

VISIT...

LANZAROTE  
*Caliente*.COM

# **ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА**

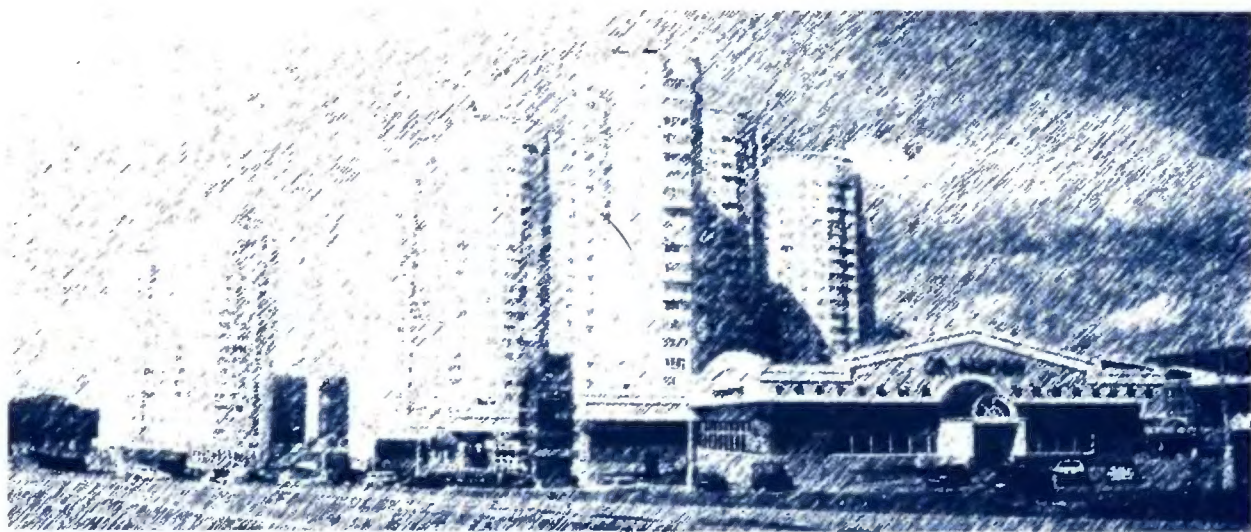
**Справочное пособие**



**ЖИЛЫЕ ЗДАНИЯ**  
со встроенно-пристроенными  
помещениями  
общественного назначения  
и стоянками автомобилей

**КОТТЕДЖИ**





# ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА

Справочное пособие

- Жилые здания  
со встроенно-пристроенными  
помещениями  
общественного назначения  
и стоянками автомобилей
- Коттеджи

Москва



2003



**Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Жилые здания со встроенно-пристроенными помещениями общественного назначения и стоянками автомобилей. Коттеджи:** Справочное пособие.— М.: Пантори, 2003. — 308 с.: ил.

В книгу включены материалы, необходимые для проектирования жилых зданий со встроенно-пристроенными помещениями и коттеджей: отопление, вентиляция, дымозащита зданий и помещений, автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха, защита от шума, воздухораспределение, воздушно-тепловые завесы, расчет воздухообменов по выделяющимся вредностям и тепловыделениям и др. Рассмотрены примеры проектных решений систем ОВК помещений различного назначения, наиболее часто устраиваемых или встраиваемых в жилые здания. Приведен подробный перечень всех нормативных документов, которыми необходимо пользоваться при проектировании зданий и встроенно-пристроенных помещений общественного назначения.

Книга предназначена для специалистов в области проектирования систем вентиляции, кондиционирования и отопления, может использоваться в вузах в качестве учебного пособия. Ряд глав справочного пособия представляет интерес для монтажников и эксплуатационщиков.

**Авторы идеи:** Порецкий В.В., Березович И.С., Стомахина Г.И.

**Авторы:**

**Стомахина Галина Иосифовна** — главный специалист по проектированию ОАО «МОВЕН», более 20 лет проработала главным специалистом ОАО «Моспроект», в настоящее время — консультант ОАО «Моспроект» по вентиляции, дымозащите, кондиционированию

**Бобровицкий Иосиф Иосифович** — ведущий инженер ПКТУ ДСК-1, более 20 лет проработал главным специалистом МНИИТЭП

**Малявина Елена Георгиевна** — доцент кафедры отопления и вентиляции МГСУ, кандидат технических наук

**Плотникова Лариса Васильевна** — заместитель директора ООО «Спецстройэкология» (комплекс перспективного развития Правительства г. Москвы), кандидат технических наук, профессор

**Под редакцией** главного специалиста ОАО «МОВЕН» **Стомахиной Г.И.**

**Рецензент:** Ионин Владимир Александрович — ведущий специалист Управления перспективного проектирования и нормативов Москомархитектуры

# Уважаемые коллеги!

Идея создания этой книги родилась в Центре маркетинга ОАО «МОВЕН» в результате многолетнего общения с людьми, которые проектируют системы вентиляции, кондиционирования и отопления, монтируют и эксплуатируют оборудование, учат будущее поколение специалистов в области ОВК.

Мы всегда старались максимально помогать вам в получении необходимой технической информации. Десять лет назад ОАО «МОВЕН» было первым российским предприятием в нашей отрасли, издавшим собственный каталог выпускаемого оборудования. С учетом ваших замечаний и требований мы постоянно совершенствуем его для удобства вашей работы. После того как выпуск каталогов был поставлен на плановую основу, мы задумались над тем, чем еще можно помочь специалистам нашей отрасли.

На основе общения с вами на семинарах, выставках, деловых встречах мы пришли к выводу, что в области информации для работников нашей специальности существуют определенные проблемы, связанные, с одной стороны, с большим количеством различных нормативных документов, увеличением разнообразия помещений и возможных технических решений, появлением новых видов оборудования, а с другой — с отсутствием современной справочно-методической литературы, необходимой для грамотного выполнения проекта с учетом всех установленных требований. Вот тогда и возникла идея — в одном издании собрать воедино основные требования, необходимые расчетные параметры, современные методики проектирования, дополнив все это вариантами расчетов инженерных систем, ссылками на современные типы оборудования. На наш взгляд это позволит значительно сократить время на проектирование и облегчить труд проектировщиков.

Воплощением этой идеи стало предлагаемое вашему вниманию справочное пособие.

Мы очень благодарны авторам и редактору, которые с энтузиазмом откликнулись на наше предложение и помогли реализовать наш замысел.

Большое спасибо издательству «Пантори», разработавшему дизайн книги и осуществившему само издание.

Выражаем благодарность сотрудникам ОАО «МОВЕН», оказавшим помощь в подготовке этой книги.

Надеемся, что предлагаемое справочное пособие будет полезным для проектировщиков и специалистов по вентиляции, кондиционированию, отоплению и поможет им в работе.

*Авторы идеи сборника:*

*заместитель генерального директора ОАО «МОВЕН» — В. В. Порецкий*

*директор по маркетингу ОАО «МОВЕН» — И.С. Березович*

*главный специалист службы маркетинга ОАО «МОВЕН» — Г.И. Стомахина*

Книга привлекательна тем, что может ответить на вопросы, наиболее остро стоящие перед проектировщиками, разработчиками норм и строителями в настоящее время, причем в ней сохранен опыт, накопленный специалистами ранее.

Актуальность издания определяется содержанием в нем современных нормативных требований к системам ОВК в целом, а также наличием практических проектных решений и примеров. Это дает возможность специалистам проектных организаций рассчитать систему ОВК качественно и быстро.

Создание книги является скорее закономерностью, чем неожиданностью, поскольку давно назрела необходимость в выработке комплексного подхода к решению общей и главной задачи, стоящей перед работниками цеха ОВК, — обеспечению человека высококачественным микроклиматом в помещениях.

Замечательно, что идея создания этого пособия принадлежит компании ОАО «МОВЕН», — фирме-производителю оборудования для систем ОВК. Именно она одной из первых стала коллективным членом НП «АВОК» и активно работает в нашей области более десяти лет. Появление этой книги свидетельствует о том, что задачи и идеи «АВОК» находят практическое воплощение в трудах ее членов. Пополните свою техническую библиотеку нужным и полезным изданием, которое, безусловно, станет настольной книгой для широкого круга специалистов.

*Табунщиков Ю.А.,  
президент НП "АВОК", член-корреспондент РААСН, профессор*



Данный справочник, несомненно, является нужным и полезным практическим пособием для специалистов проектных организаций, разрабатывающих проекты систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

В этой уникальной книге, подготовленной опытными российскими специалистами, обобщены и систематизированы последние требования различных нормативных документов, содержатся современные, проверенные практикой подходы к проектированию с описанием проектных решений и примерами расчетов для рассматриваемых систем жилых зданий со встроенными и встроенно-пристроенными помещениями и коттеджей.

Считаю, что данное издание существенно облегчит работу проектировщиков за счет концентрации в одной книге сведений из различных источников, необходимых для грамотного проектирования систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

Рекомендую настоящий справочник как необходимую книгу для соответствующих специалистов проектных организаций.

*Рыбников Е. А.,  
заместитель главного инженера ОАО "Моспроект"*

В современных условиях, когда создание и поддержание в помещении необходимого теплового и воздушного режимов для нормальной жизнедеятельности человека, а также обеспечение его безопасности в случае возникновения пожара или задымления становится все более актуальным, появление издания, объединяющего наиболее важные извлечения из основных действующих нормативных документов с практическими примерами проектных решений и упрощенными методиками расчетов, издания, содержащего информацию по самому современному энергоэффективному оборудованию для систем ОВК и позволяющего минимизировать ошибки при проектировании, — это ценный подарок для тех, кто занимается проектированием и наладкой указанных систем.

Очень важно, что в книгу включены все разделы, необходимые для проектирования систем ОВК, в том числе и совершенно новые, такие, как «Энергоэффективность» и «Охрана окружающей среды», а также вызывающие у проектировщиков много вопросов: «Противодымная защита при пожаре» и «Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха».

Учитывая опыт авторов и их высокий профессиональный уровень, уверен что этот справочник будет популярен среди проектировщиков.

*Ливчак В.И.,  
кандидат технических наук, начальник отдела  
энергоэффективности строительства Мосгорэкспертизы*

# Предисловие

В последние годы все большие масштабы приобретает проектирование и строительство жилых зданий с нижними нежилыми этажами. Эти этажи, выполненные в виде встроенных или встроенно-пристроенных строительных объемов, используются в качестве помещений общественного назначения, гаражей-стоянок легкового автотранспорта.

Федеральными или территориальными нормативными документами по проектированию жилых зданий разрешено размещение в нежилых этажах значительной (по функциональному назначению) номенклатуры помещений.

Главная цель и задача справочного пособия, созданного коллективом специалистов различных организаций, — на основе практического опыта обеспечить проектировщиков, строителей и эксплуатационников современными подходами к решению вопросов устройства систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (О, В, КВ) как в жилой части дома, так и во встроенных и встроенно-пристроенных помещениях общественного назначения.

Отличительной чертой книги является то, что впервые в едином издании сосредоточены норма-

тивные требования, предъявляемые к системам О, В, КВ, по всему зданию с учетом специфики встроенных, встроенно-пристроенных помещений общественного назначения и гаражей-стоянок легкового автотранспорта.

Наряду с теорией здесь приведены необходимые проектировщику извлечения из нормативных документов, а также рекомендательные материалы по проектированию систем О, В, КВ, даны примеры расчета и конструирования на современном уровне с подбором основного оборудования.

Рекомендации по проектированию систем О, В и КВ, приведенные в пособии, направлены на достижение гигиенической, экологической и пожарной безопасности, высокой эффективности в части теплоснабжения, минимизацию материальных затрат и обеспечение эксплуатационной надежности.

Составители справочника уверены, что он будет полезен не только специалистам проектных, монтажных и эксплуатационных организаций, но и сможет быть использован в качестве пособия для высших и средних учебных заведений строительного профиля.

*Ионин В.А.,*

*ведущий специалист*

*Управления перспективного проектирования  
и нормативов Москомархитектуры*

## Уважаемые коллеги, внимание!

- От эффективности нашей работы зависят комфортность условий жизни людей и их здоровье!
- Приоритетом в деятельности Госстроя России и всего строительного комплекса является развитие жилищного строительства.
- Жилое здание — сложное комплексное сооружение. Архитекторы и инженеры должны работать в тесном контакте!
- Инженерные решения любого проекта должны быть экологичными и энергоэкономичными, соответствовать требованиям федеральных и территориальных нормативных документов, удовлетворять возможностям и интересам заказчика.
- Качество проекта отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха в значительной степени зависит от исходных данных, полученных от заказчика, от четкости и грамотности заданий, выданных архитекторами, конструкторами и технологами. Приступая к проектированию, проверьте (проанализируйте) полученные вами исходные данные и задания!
- Проблемы микроклимата помещений следует решать в сочетании с экономным расходованием энергии и с учетом гигиенических требований.
- Внимательно подходите к выбору оборудования! Для отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и дымозащиты желательно использовать преимущественно отечественное оборудование.
- Оборудование и изделия, поставляемые непосредственно на стройплощадку, должны иметь сертификаты соответствия, выданные органами по сертификации данной продукции.

---

### Уважаемые коллеги!

В решении ряда проблем проектирования, с которыми вам часто приходится сталкиваться по роду деятельности, вы, безусловно, имеете богатый опыт. Авторы справочного пособия будут вам очень признательны, если вы пришлете свои замечания и предложения по адресу:

111141, Москва, ул. Плеханова, 17, ОАО "Мовен"



**Раздел I Многоэтажные жилые здания со встроенными и встроенно-пристроенными нежилыми помещениями общественного назначения и стоянками автомобилей**







# Глава 1. Современное жилое здание и его проектирование

## Жилое здание сегодня. Новый подход к проектированию

Современные жилые здания — типовые (массового строительства) и индивидуальные — это:

- многоквартирные (многоэтажные) дома — блокированные, секционные, коридорные, коридорно-секционные, смешанной планировочной структуры;
- одноквартирные дома (коттеджи);
- специализированные жилые многоквартирные дома (для инвалидов и престарелых);
- общежития для студентов высших учебных заведений и аспирантов.

Жилые многоэтажные здания проектируются, как правило, с нежилыми встроенно-пристроенными помещениями. В последние годы проектируются и строятся «теплые жилые дома» с низким (до  $0,35 \text{ Вт/м}^2\cdot^\circ\text{C}$ ) коэффициентом теплопередачи наружных стен с плотными окнами (с двойным и тройным остеклением).

Современные здания строятся из легких и достаточно прочных конструкций, в которых используются эффективные утеплители, что позволяет резко уменьшить удельный расход тепла на отопление.

При этом традиционные системы вентиляции: организованная естественная вытяжная вентиляция и неорганизованный приток наружного воздуха через неплотности в окнах (вследствие высокого воздухопроницаемости ранее применяемых окон) — не работают.

В настоящее время проектируются и устанавливаются: в наружных стенах и окнах приточные клапаны для притока наружного воздуха (в ряде случаев в шумозащищенном исполнении), механическая вытяжная вентиляция на последних этажах. В индивидуальных жилых зданиях часто проектируются механическая приточная вентиляция, кондиционирование воздуха и механическая вытяжная вентиляция помещений кухонь, ванных комнат и санузлов. В многокомнатных квартирах могут проектироваться

также и механическая приточно-вытяжная вентиляция и кондиционирование воздуха некоторых или всех жилых комнат.

При проектировании систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха в современных индивидуальных жилых зданиях должны быть реализованы новые подходы. Каждая проектная работа выполняется для конкретного заказчика, и проектные решения должны удовлетворять его возможностям и интересам.

Первая задача проектировщика — собрать все необходимые исходные материалы и данные для проектирования.

Проектирование систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха осуществляется на основании задания на проектирование, составленного заказчиком (часто — с помощью самого проектировщика), генеральным проектировщиком, технологами (при наличии технологического оборудования), и архитектурно-строительных чертежей.

В задании на проектирование должны быть четко оговорены дополнительные пожелания и требования заказчика (не противоречащие действующим нормам) к системам и оборудованию, например, по применению кондиционирования, конкретных видов инженерного оборудования, арматуры и т.п.

При составлении задания на проектирование инженерных систем здания для конкретного заказчика проектировщик должен уметь грамотно и убедительно объяснить заказчику предпочтительность применения систем механической вентиляции и кондиционирования воздуха по сравнению с естественной вентиляцией.

В проектах инженерных систем встроенно-пристроенных помещений следует указывать тепловые нагрузки этих систем как для всех встроенно-пристроенных помещений суммарно, так и для каждого владельца отдельно.

В проектах необходимо предусматривать установку приборов учета расхода тепловой энергии,

автономных для каждого владельца, абонента, суб-абонента, арендатора помещений.

Проектировщик передает заказчику коммерческое предложение по проектным решениям, типам отопительного и вентиляционного оборудования. Принимаемые в проекте технические решения по отоплению, вентиляции и кондиционированию жилых зданий и встроенно-пристроенных в жилые здания помещений общественного и коммунального назначения должны быть энергоэкономичными.

Проектируемые отопительно-вентиляционные системы кроме соответствия требованиям энергоэкономичности должны отвечать требованиям санитарно-гигиенических и противопожарных норм.

При проектировании механической вентиляции, кондиционирования, воздушно-тепловых завес и в других технических решениях, требующих применения оборудования, в состав проектно-сметной документации следует включать требования по эксплуатации этого оборудования.

Использование индивидуального подхода к каждому проектируемому объекту, улучшение потребительских свойств здания по желанию заказчика — задача каждого проектировщика.

### **Перечень возможных видов встроенных и встроенно-пристроенных помещений общественного назначения**

Согласно СНиП 2.08.01-89\*, п. 1.36 в первом, втором и цокольном этажах жилых зданий допускается размещать помещения для магазинов розничной торговли, общественного питания, бытового обслуживания, отделений связи общей площадью не более 700 м<sup>2</sup>, сбербанков, магазинов и киосков Союзпечати, женских консультаций, раздаточных пунктов молочных кухонь, юридических консультаций и нотариальных контор, загсов, филиалов библиотек, выставочных залов, контор жилищно-эксплуатационных организаций, для физкультурно-оздоровительных занятий общей площадью до 150 м<sup>2</sup>, культурно-массовой работы с населением, а также помещения для групп кратковременного пребывания детей дошкольного возраста (кроме цокольного этажа), за исключением:

- предприятий общественного питания с числом мест более 50 (кроме общежитий) и домовых кухонь производительностью более 500 обедов в день;
- пунктов приема посуды, а также магазинов суммарной торговой площадью более 1000 м<sup>2</sup>;
- специальных магазинов, строительных, москательных-химических и других товаров, эксплуатация которых может привести к загрязнению территории и воздуха жилой застройки, магазинов с наличием в них взрывопожароопасных веществ и материалов, специализированных рыбных и овощных магазинов;
- предприятий бытового обслуживания, в которых применяются легковоспламеняющиеся вещества (за исключением парикмахерских, мастерских по ремонту часов нормируемой площадью до 300 м<sup>2</sup>);
- мастерских ремонта бытовых машин и приборов, ремонта обуви с нормируемой площадью свыше 100 м<sup>2</sup>;
- бань, саун, прачечных и химчисток (кроме приемных пунктов и прачечных самообслуживания производительностью до 75 кг белья в смену);
- автоматических телефонных станций, предназначенных для телефонизации жилых зданий, общей площадью более 100 м<sup>2</sup>;
- общественных уборных;
- похоронных бюро.

На верхнем этаже допускается размещение творческих мастерских художников и архитекторов, при этом сообщение этажа с лестничной клеткой следует предусматривать через тамбур.

В надстраиваемом мансардном этаже зданий II степени огнестойкости общей высотой не более 28 м допускается размещать помещения конторского типа по согласованию с местными органами власти с учетом выполнения требований.

В МГСН 3.01-01 2001 г., «Жилые здания» (Москва, 2001) в приложении 5 приведен более подробный перечень учреждений общественного назначения и их размещение в жилых зданиях (в том числе в цокольном этаже).

В соответствии с МГСН 3.01-01 2001 г. на последнем (в том числе мансардном) этаже жилых зданий с высотой расположения верхнего этажа 75 м



включительно допускается проектирование мастерских для художников и архитекторов, а также конторских (офисных) помещений с числом работающих не более пяти человек.

### **О размещении подземных автостоянок в жилых зданиях**

Согласно изменению №4 СНиП 2.08.01-89<sup>1</sup>, «Жилые здания» при устройстве в жилых зданиях встроенных и встроенно-пристроенных стоянок для легковых автомобилей следует соблюдать требования СНиП 21-02-99.

В соответствии с МГСН 3.01-01 2001 г., «Жилые здания», п. 3.55, устройство встроенных и встроенно-пристроенных гаражей-стоянок в подвальном, цокольном и надземных этажах жилых домов класса Ф 1.3<sup>1</sup> следует предусматривать с соблюдением требований МГСН 5.01-01.

### **О размещении хозяйственных кладовых в жилых зданиях**

Согласно СНиП 2.08.01-89\* и МГСН 3.01-01, 2001 г., «Жилые здания», в жилых зданиях любой этажности в первом, цокольном или подвальных этажах допускается устройство кладовых площадью до 3 м<sup>2</sup> для жильцов дома: хозяйственных, для хранения овощей, а также для твердого топлива. При этом выход из этажа, где размещаются кладовые, должен быть изолирован от жилой части.

### **Основные требования к проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования встроенно-пристроенных помещений**

Системы вентиляции, кондиционирования, воздушного отопления, а также системы дымозащиты встроенно-пристроенных в жилые здания общественных помещений должны быть отдельными с системами жилого здания.

Вытяжную вентиляцию помещений, размещаемых в габаритах одной квартиры (нотариальных контор, юридических консультаций, детских комнат,

контор жилищно-эксплуатационных организаций, сбербанков, киосков Союзпечати и др.), где отсутствуют пожаро-взрывоопасные вещества, а вредные выделения не превышают нормированных значений, допускается присоединять к общей вытяжной системе жилого здания.

В целях максимально эффективного использования тепловых ресурсов в жилых домах системы отопления встроенно-пристроенных нежилых помещений общественного и коммунального назначения необходимо проектировать самостоятельными для каждого владельца или арендатора, предусматривая в этих системах установку приборов учета расхода тепловой энергии.

При размещении во встроенно-пристроенных помещениях муниципальных служб допустимо, по согласованию с заказчиком, предусматривать отопление этих помещений от стояков системы отопления жилой части дома.

В случае проектирования встроенно-пристроенных помещений, назначение которых еще не определено, допускается для временного отопления этих помещений предусматривать подсоединение приборов отопления к стоякам системы отопления жилой части здания. После определения назначения помещения проект системы отопления должен быть переработан, а временная система отопления демонтирована.

Системы вентиляции и кондиционирования воздуха указанных помещений проектируются для конкретного заказчика, по его заданию и по соответствующим назначению помещений нормативным документам.

### **Необходимость комплексного подхода к проектированию**

Функциональная и энергетическая эффективность, а также стоимостные показатели систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха здания в значительной степени зависят от пожеланий заказчика и решений смежников: архитекторов, конструкторов, технологов, а также светотехников, электриков, водоснабженцев. По этой причине очень важно, чтобы уже на начальных стадиях проектирования заказчик и специалисты всех направ-

<sup>1</sup> Многоквартирные жилые дома (по СНиП 21-01-97)

лений проекта принимали согласованные решения.

Заказчик в соответствии со СНиП 10-01-94 «Система нормативных документов в строительстве. Основные положения» имеет возможность потребовать поддержания в проектируемом здании более высокого уровня микроклиматических условий из оговоренных в ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» и повышенной степени надежности его поддержания, чем требуется по СНиП 2.04.05-91\* «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Объемно-планировочные и конструктивные особенности здания оказывают влияние на выбор типа систем. Тип и структура отопительно-вентиляционных систем зависят от конфигурации помещений, от возможности устройства в здании подвесных потолков, вертикальных коммуникационных шахт, в отдельных секциях которых в ряде случаев целесообразно сгруппировать элементы не только систем отопления и вентиляции, но и систем водопровода, канализации, различных видов связи, электрики.

Размещение воздухозаборов и машинных залов приточной вентиляции в нижней или верхней части здания может зависеть не только от расположения зон чистого воздуха вокруг объекта проектирования, но и от особенностей архитектурного решения фасадов здания.

Места размещения отопительных приборов и их высота определяются высотой подоконного пространства.

К вопросам архитектурного дизайна можно отнести внешний вид отопительно-вентиляционного оборудования, располагаемого непосредственно в помещениях: отопительных приборов, воздухораспределителей, фанкойлов, внутренних блоков сплит-систем и т.п.

Энергозатраты на поддержание заданного микроклимата в помещениях определяются решениями архитекторов (относительно компактности здания и степени остекленности фасадов), решениями конструкторов (состав, внутренние крепления отдельных ограждающих конструкций и узлов примыкания ограждений друг к другу). Подробнее эти показатели рассмотрены в гл. 24 «Энергоэффективность».

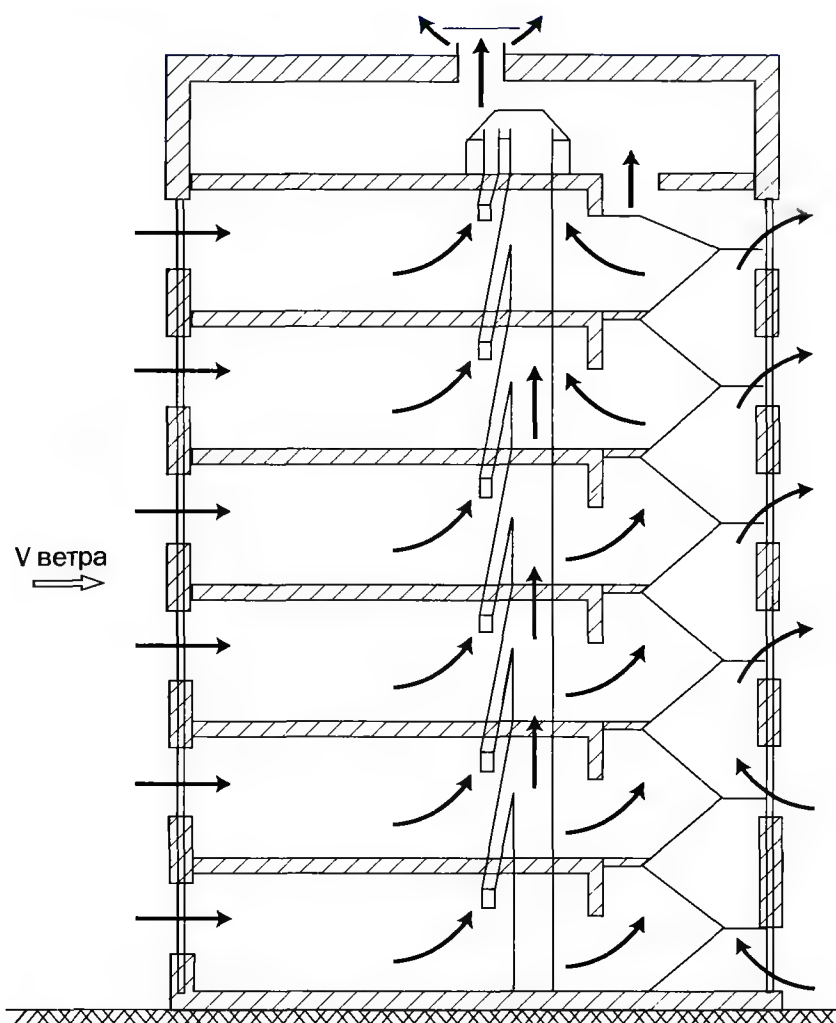
При устройстве архитекторами окон с теплоотражающим или теплопоглощающим стеклом должны учитываться не только их теплотехнические, но и светотехнические характеристики.

Решение о применении плотных окон в проектируемом здании следует принимать в увязке с решением о способе подачи приточного воздуха в помещения: с помощью механической системы приточной вентиляции, специальных клапанов или аэроматов, установленных в конструкции стены или окна.

Часто в целях сокращения теплопотерь через потолок верхнего этажа многоэтажных зданий и для повышения температуры на его внутренней поверхности совместными усилиями архитекторов, конструкторов наружных ограждений и вентиляционщиков предусматривается устройство «теплого чердака» высотой примерно 1,9 м. В него поступает воздух из нескольких сборных вертикальных каналов естественной вытяжной вентиляции, что делает чердак общим горизонтальным участком этой системы. Удаление воздуха из чердачного помещения осуществляется через вытяжную шахту, одну на каждую секцию дома. Устье шахты, в соответствии со СНиП «Жилые здания», должно располагаться на 4,5 м выше перекрытия над последним этажом. Целесообразно устройство и более высокой шахты, однако возможность ее проектирования согласовывается с архитекторами. Вытяжной воздух на чердаке не должен остывать, то есть ограждения «теплого чердака» должны быть достаточно теплозащищенными, в противном случае увеличивается плотность вытяжного воздуха, что приводит к опрокидыванию циркуляции или снижению расхода вытяжки.

На работу естественной вентиляции жилого здания оказывают влияние высота здания, планировка квартиры, ее связь с лестнично-лифтовым узлом, размеры и воздухопроницаемость окон и входных дверей в квартиру. Поэтому плотность и размеры этих ограждений так же как и планировку квартир следует считать имеющими отношение к вентиляции. Воздушная среда лучше в квартире, обеспеченной сквозным или угловым проветриванием. Обязательной эта норма по СНиП «Жилые здания» является только для зданий, проектируемых для III и IV климатических районов. Однако оптимальным является такое расположение квартир и в архитектурных проектах жилых домов для средней полосы России.

По СНиПу II-3-79\* «Строительная теплотехника» входные двери в квартиры должны обеспечивать высокую герметичность, допускающую воздухопроницаемость не более 1,5 кг/ч·м<sup>2</sup>, что позволяет



**Рис. 1.1.** Формирование воздушных потоков в многоэтажном здании с естественной вентиляцией

практически отсечь квартиру от лестнично-лифтовой шахты. В реальных условиях значения аэродинамической характеристики сопротивления квартирных дверей могут быть в 6 раз ниже нормативных значений. Неплотность прилегания квартирных дверей вызывает явление перетекания отработанного воздуха из квартир нижних этажей по лестничной клетке в квартиры верхних этажей, в результате чего даже при хорошо работающей вытяжной вентиляции приток свежего воздуха в квартиры верхних этажей значительно сокращается. В зданиях с односторонним расположением квартир эта проблема усугубляется. Схема формирования воздушных потоков в многоэтажном здании с неплотно прилегающими квартирными дверями показана на **рис. 1.1**. Одним из способов борьбы с перетеканием воздуха через лестничную клетку и лифтовую шахту является устройство по-

этажных коридоров или холлов, имеющих дверь, отделяющую лестнично-лифтовый узел от квартир. Однако такое решение при неплотно прилегающих квартирных дверях усиливает горизонтальное перетекание воздуха из односторонних квартир, выходящих на наветренный фасад, в квартиры заветренной ориентации.

В настоящее время в жилищное строительство, особенно — зданий повышенной этажности внедряются механические системы вытяжной вентиляции. Эти системы отличаются устойчивой работой во все периоды года. Производство малошумных и надежных крышных вентиляторов обеспечивает широкое применение таких систем. Для притока воздуха устанавливаются, как правило, аэроматы в оконных переплетах. Если при естественной вентиляции на плотность квартирных дверей не обращалось достаточного вни-

мания, то при механической вытяжке в квартирах создаются большие разряжения и опасность подсоса через неплотно прилегающие двери значительно возрастает. Повышаются также требования к плотности междуэтажных перекрытий, особенно в коммуникационных шахтах.

Вытяжные каналы зданий, строящихся по индивидуальным проектам, как правило, — металлические. Они прокладываются в специальных внутриквартирных шахтах. Вентиляционные каналы типовых зданий обычно проектируются из бетонных вентблоков. Основной проблемой строителей в этом случае является обеспечение герметичности междуэтажных стыков.

При решении вопроса об оборудовании жилых зданий приточными системами вентиляции (кондиционирования воздуха) необходимо учитывать, что они существенно удорожают проект за счет

стоимости самой системы, стоимости площадки для размещения приточной установки (центрального кондиционера) и стоимости площадей, необходимых для прокладки воздуховодов. Преимуществами механических приточных систем являются гарантированная подача расчетного расхода приточного воздуха в каждую квартиру, возможность обеспыливания приточного воздуха и уменьшения аллергических заболеваний, обеспечение равномерного распределения, исключающего приток воздуха вне зависимости от погодных условий, возможность энергосбережения за счет утилизации теплоты удаляемого воздуха для нагрева приточного. К недостаткам, кроме дороговизны, следует отнести затраты электроэнергии на перемещение приточного воздуха, возможные дополнительные тепловые потери в вентиляционной камере и в воздуховодах.



## Глава 2. Нормативные документы по проектированию жилых зданий со встроенными и встроенно-пристроенными нежилыми помещениями общественного назначения и стоянками автомобилей. Извлечения из основных нормативных документов

Нормативные документы, которыми необходимо руководствоваться при проектировании жилых зданий со встроенно-пристроенными помещениями, предлагается разделить на следующие группы:

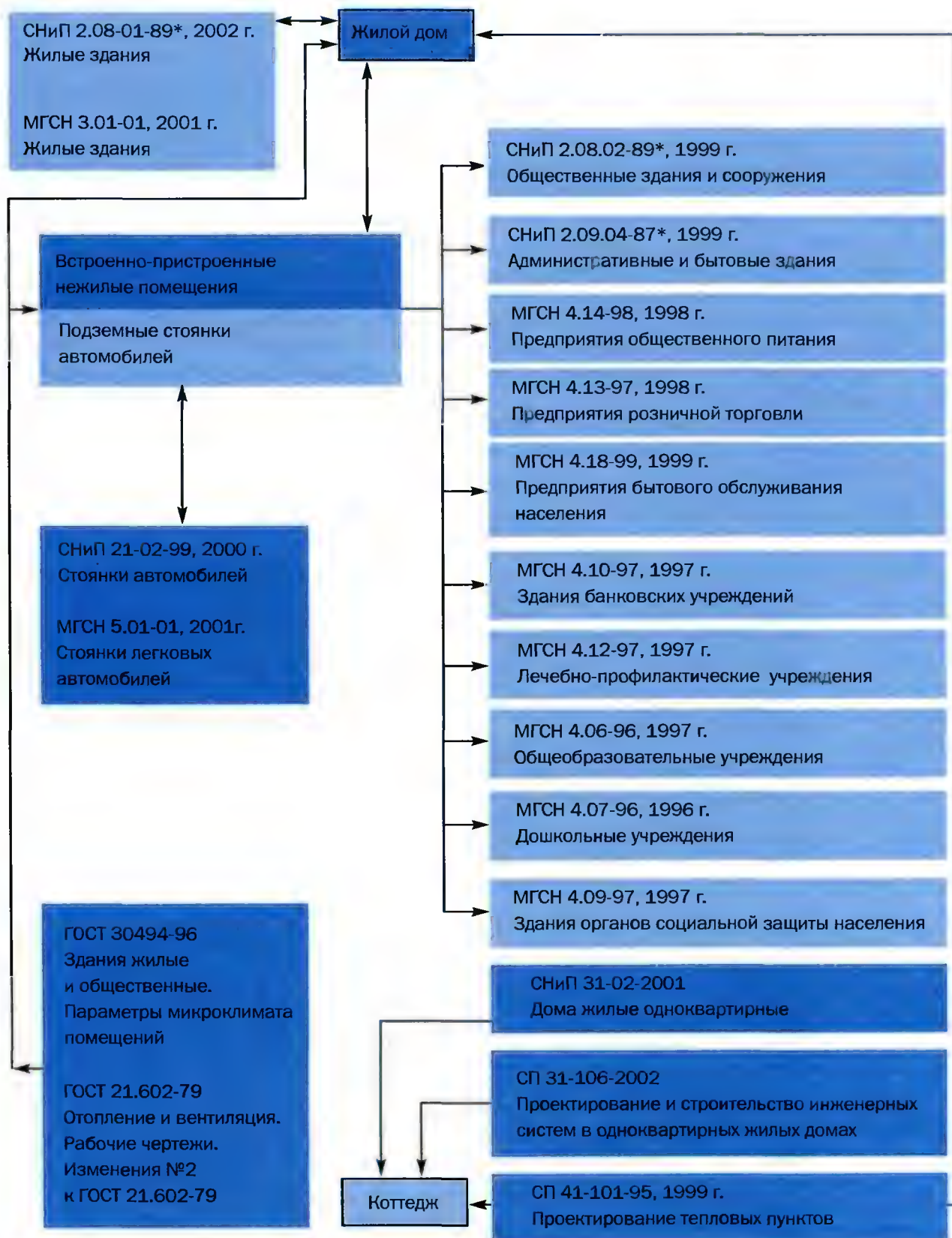
- Обязательные нормативные документы Госстроя России, Правительства Москвы, администрации субъектов РФ.
- Нормативные документы ГПС МЧС\* России;
- Рекомендательные документы (пособия, рекомендации к СНиП и МГСН).

В связи с тем что требования по проектированию систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и дымозащиты приведены не только в разделе «Инженерное оборудование», но и в других разделах СНиП и МГСН «Жилые здания», для облегчения работы проектировщиков ниже приводятся извлечения из основных нормативных документов по проектированию жилых зданий.

\* Ранее ГПС относилась к МВД РФ.

### Обязательные нормативные документы Госстроя России и Правительства Москвы

|                              |                                                                                                                                       |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| СНиП 10-01-94<br>1996 г.     | Система нормативных документов в строительстве                                                                                        |
| СНиП 11-3-79*<br>1998 г.     | Строительная теплотехника                                                                                                             |
| СНиП 2.04-07-86*<br>1999 г.  | Тепловые сети                                                                                                                         |
| СНиП 2.04-05-91*<br>1997 г.  | Отопление, вентиляция и кондиционирование                                                                                             |
| СНиП 11-01-95<br>1995 г.     | Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий и сооружений |
| СНиП 21-01-79*<br>1999 г.    | Пожарная безопасность зданий и сооружений                                                                                             |
| СНиП 11-12-77<br>1998 г.     | Защита от шума                                                                                                                        |
| МГСН 2.01-99<br>1999 г.      | Энергосбережения в зданиях                                                                                                            |
| СНиП 23-01-99,<br>2000 г.    | Строительная климатология                                                                                                             |
| СНиП 23-101-2000,<br>2001 г. | Проектирование тепловой защиты зданий                                                                                                 |



## Нормативные документы ГПС МЧС России

|                          |                                                                                                                        |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| НПБ 105-95               | Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности, 1996 г.                               |
| НПБ 106-95               | Индивидуальные жилые дома. Противопожарные требования, 1996 г.                                                         |
| НПБ 240-97               | Противодымная защита зданий и сооружений.<br>Методы приемосдаточных и периодических испытаний, 1998 г.                 |
| НПБ 250-97               | Лифты для транспортирования пожарных подразделений<br>в зданиях и сооружениях. Общие технические требования            |
| СанПиН<br>2.1.2-900-2000 | Санитарно-эпидемиологические требования к проектированию, строительству,<br>реконструкции и содержанию жилых помещений |

## Рекомендательные документы (пособия, рекомендации к СНиП, МГСН)

- Рекомендации по противодымной защите при пожаре (к СНиП 2.04.05-91\*), 1997 г. МДС 41-1.99 ГПК НИИ. СантехНИИпроект.
- Пособие 13.91 к СНиП 2.04.05-91\* "Противопожарные требования к системам отопления, вентиляции и кондиционирования". Промстройпроект, 1994 г.
- Пособие 14.91 к СНиП 2.04.05-91\* "Новые схемы и решения противодымной защиты лестнично-лифтовых узлов многоэтажных зданий". Промстройпроект, 1994 г.
- Пособие 15.91. "Противодымная защита при пожаре и вентиляция подземных стоянок легковых автомобилей". Промстройпроект, 1995 г.
- Пособие к МГСН 3.01-96 "Жилые здания", 1998 г.
- Пособие к МГСН 2.01-99 "Энергосбережения в зданиях" (выпуск 1).
- Рекомендации по проектированию энергоэкономичных технических решений систем отопления, вентиляции и водоснабжения. 1998 г.
- МВД РФ ВНИИПО "Пособие по применению НПБ 105-95 — Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности при рассмотрении проектно-сметной документации", 1999 г.
- АВОК Стандарт. Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена.

Примечание: Пособия Промстройпроекта можно использовать как справочный материал.

## Извлечения из основных нормативных документов

### ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИЗ СНиП 2.08.01-89\*. ЖИЛЫЕ ЗДАНИЯ<sup>1</sup>

Настоящие нормы и правила распространяются на проектирование жилых зданий (квартирных домов, включая квартирные дома для престарелых и семей с инвалидами, передвигающимися на креслах-колясках, в дальнейшем тексте — семей с инвалидами, а также общежитий) высотой до 25 этажей включительно.

#### 1. Общие указания

1.8. Нормы допустимых уровней шума для жилых зданий следует принимать согласно требованиям СНиП 11-12-77.

#### Пути эвакуации

1.19. В лестничных клетках допускается устанавливать приборы отопления, мусоропроводы, этажные совмещенные электрощиты и почтовые ящики, не уменьшая нормативной ширины прохода по лестничным площадкам и маршам.

В незадымляемых лестничных клетках допускается установка только приборов отопления.

#### Дополнительные требования к зданиям высотой 10 этажей и более

1.32. Удаление дыма из поэтажных коридоров в зданиях с незадымляемыми лестничными клетками следует предусматривать через специальные шахты

<sup>1</sup> Номера пунктов оставлены по СНиП 2.08.01-89\*



с принудительной вытяжкой и клапанами, устраиваемыми на каждом этаже из расчета одна шахта на 30 м длины коридора.

Для каждой шахты дымоудаления следует предусматривать автономный вентилятор. Шахты дымоудаления должны быть из негорючих материалов и иметь предел огнестойкости не менее 1 ч.

**1.33\*.** В шахтах лифтов при пожаре следует обеспечивать подачу наружного воздуха из отдельного канала в верхнюю часть лифтовой шахты. При этом избыточное давление в лифтовой шахте следует принимать по расчету согласно СНиП 2.04.05-91\*, 1997 г.

**1.34\*.** Вентиляционные установки подпора воздуха и дымоудаления должны быть расположены в отдельных вентиляционных камерах, отгороженных противопожарными перегородками 1-го типа. Открывание клапанов и включение вентиляторов следует предусматривать автоматическим от извещателей пожарной сигнализации, установленных в прихожих квартир, комнатах общежитий и помещениях культурно-бытового обслуживания, а также дистанционным от кнопок, устанавливаемых на каждом этаже в шкафах пожарных кранов.

**1.34а\*.** Нормы настоящего подраздела не распространяются на существующие здания высотой до 28 м включительно, надстраиваемые одним (в том числе мансардным) этажом. При этом мансардный этаж должен быть обеспечен вторым эвакуационным выходом по п. 6.20 а), б) или в) СНиП 21-01-97\*.

### Нежилые этажи

**1.40.** Инженерные коммуникации помещений общественного назначения, проходящие через жилую часть, или жилой части, проходящие через встроенные помещения (кроме водопровода и отопления из металлических труб), должны быть проложены в самостоятельных шахтах, огражденных противопожарными перегородками, за исключением помещений, перечисленных в п. 3.7.

**1.41.** Высота подвальных и цокольных помещений, а также технических подполий от уровня пола до низа плиты перекрытия должна быть не менее 1,8 м, при размещении в них стоянок для автомашин и мотоциклов, принадлежащих гражданам, — не менее 2 м, индивидуальных тепловых пунктов — не менее 2,2 м.

**1.42.** Высота технических этажей определяется в каждом отдельном случае в зависимости от вида обо-

рудования и коммуникаций, располагаемых в объеме технического этажа, с учетом условий их эксплуатации.

На чердаках, включая технические, должен предусматриваться сквозной проход вдоль здания высотой не менее 1,6 м, шириной не менее 1,2 м; на отдельных участках протяженностью не более 2 м допускается уменьшать высоту прохода до 1,2 м, а ширину — до 0,9 м. В технических подпольях, подвальных и цокольных этажах должен быть предусмотрен сквозной проход вдоль здания высотой не менее 1,8 м (в чистоте); на отдельных участках протяженностью не более 1 м допускается уменьшать высоту прохода до 1,6 м (в чистоте).

В поперечных стенах подвалов и технических подполий крупнопанельных зданий допускается устройство проемов высотой 1,6 м. При этом высота порога не должна превышать 0,3 м.

Высота помещений технического подполья не должна превышать 2 м.

**1.47.** В каждой перегородке и внутренней стене технического подполья, за исключением противопожарных преград, необходимо предусматривать под потолком отверстия площадью не менее 0,02 м<sup>2</sup> в каждой.

В наружных стенах подвалов и технических подполий, не имеющих вытяжной вентиляции, следует предусматривать продухи общей площадью не менее 1/400 площади пола технического подполья, подвала, равномерно расположенные по периметру наружных стен. Площадь одного продуха должна быть не менее 0,05 м<sup>2</sup>.

Примечание: В приведенных «Общих указаниях» нумерация пунктов принята из СНиП 2.08.01-89\*.

## ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИЗ МГСН 3.01-01 ЖИЛЫЕ ЗДАНИЯ<sup>2</sup>

### Жилые здания

#### 1. Область применения.

**1.1.** Настоящие нормы и правила разработаны в соответствии с требованиями СНиП 10-01-94 для г. Москвы как дополнение к СНиП 2.08.01-89\* и другим федеральным нормативным документам в строительстве, действующим на территории Москвы, и

<sup>2</sup> Номера пунктов оставлены по МГСН 3.01-01



предназначены для разработки и экспертизы проектов жилых зданий.

1.2. Настоящие нормы распространяются на проектирование жилых зданий до 25 этажей включительно с высотой расположения верхнего этажа не более 75 м (одноквартирные и многоквартирные, в том числе специализированные квартирные жилые дома для престарелых и семей с инвалидами).

### Санитарно-гигиенические требования

3.13. Уровни шума от инженерного оборудования и других внутридомовых источников не должны превышать установленные МГСН 2.04-97 допустимые уровни и не более чем на 2 дБ (дБА) превышать фоновые значения (в том числе в ночное время), определяемые при выключенном (неработающем) источнике шума.

3.25. В обычных лестничных клетках допускается устанавливать приборы отопления.

3.41. При высоте расположения верхнего этажа более 28 м в жилых зданиях следует предусматривать системы дымоудаления и подпора воздуха согласно требованиям пп. 1.32—1.34\* СНиП 2.08.01-89\* и СНиП 2.04.05-91\*.

### Нежилые этажи (помещения)

3.47. При проектировании саун в жилище I класса Ф1.3 и Ф1.4 (в квартирах и одноквартирных жилых домах) следует предусматривать автономную для каждой парильной вентиляцию с естественным побуждением (с притоком из смежного помещения под печь и вытяжкой из нижней зоны).

3.51. В коттеджной застройке согласно градостроительным нормативным требованиям с учетом потребностей в объектах повседневного и периодического обслуживания допускается проектировать следующие нежилые помещения, встроенные (встроенно-пристроенные) в первый, цокольный и подвальные этажи одноквартирных и блокированных жилых домов, а также пристроенные к ним: аптечные киоски; магазины не более 150 м<sup>2</sup> торговой площади по номенклатуре приложения 5; предприятия питания не более 20 мест; предприятия бытового обслуживания не более 100 м<sup>2</sup> общей площади; клубы и залы компьютерных игр не более 100 м<sup>2</sup>; выставочные залы; творческие мастерские (художников, архитекторов и скульпторов) не более 80 м<sup>2</sup>;

залы спортивные, аэробики, хореографии, ритмической гимнастики, ЛФК, борьбы и элементов борьбы не более 108 м<sup>2</sup>; сквош до 65 м<sup>2</sup>; бильярдной не более 2 столов; помещения для настольного тенниса, шашек и шахмат не более 72 м<sup>2</sup>; проектно-изыскательские и конструкторские бюро, юридические консультации, нотариальные и адвокатские конторы с количеством сотрудников не более 10 человек.

Размещение в подземном этаже перечисленных помещений допускается с учетом требований п. 3.52 и приложения 5.

Допускается также размещение на первом этаже одноквартирного и блокированного жилого дома малых дошкольных учреждений и прогулочных групп, не более двух групп, дежурных дневных групп кратковременного присмотра и круглосуточных.

3.52. Проектирование учреждений общественного назначения, размещаемых полностью или преимущественно в подземном пространстве, следует осуществлять с учетом требований действующих нормативных документов, а при их отсутствии — по специально разрабатываемым техническим условиям, согласованным с УГПС ГУВД г. Москвы и ЦГСЭН в г. Москве.

3.53. На последнем (в том числе мансардном) этаже жилых зданий с высотой расположения верхнего этажа 75 м включительно допускается проектировать мастерские для художников и архитекторов, а также конторские (офисные) помещения с числом работающих не более 5 человек, при этом выход на лестничную клетку жилой части здания следует предусматривать через тамбур с противопожарными дверями, а в остальных случаях согласно п. 1.38\* СНиП 2.08.01-89\*.

В составе квартир допускается проектировать дополнительные помещения: кабинеты приема на одного или двух врачей (общего профиля, терапевта, педиатра, гомеопата, мануального терапевта, окулиста, логопеда или стоматолога), кабинет массажа, а в квартирах с двухсторонней ориентацией в зданиях не ниже II степени огнестойкости — помещения для семейных детских садов на 0,5 группы (до 3-го этажа включительно, в том числе с размещением на этом этаже семейных детских садов для детей от 4 лет) при обеспечении квартиры аварийным выходом согласно п. 6.20\* и) или п) СНиП 21-01-97\*.

**Примечание:** При размещении встроенных в жилые здания семейных детских садов следует предусматривать для них игровые площадки нормируемой площадью согласно МГСН 1.01-99.

3.54. На эксплуатируемых кровлях жилых зданий (кроме жилых зданий с помещениями общественного назначения на верхних этажах), кровлях встроенно-пристроенных и пристроенных предприятий общественного назначения, а также при входной зоне, на летних внеквартирных помещениях, в соединительных элементах между жилыми зданиями (в том числе в открытых переходах) и открытых нежилых этажах (первом и промежуточных) жилых и многофункциональных зданий допускается предусматривать для жителей дома площадки: спортивные, для отдыха взрослых с озеленением, для сушки белья, для чистки вещей, мебели и одежды; солярии. При этом следует обеспечивать необходимые технологические, санитарно-гигиенические требования, меры безопасности (устройство ограждений и применение мероприятий по защите вентиляционных выпусков), а в части противопожарных требований — без устройства дополнительного перекрытия или покрытия над эксплуатируемыми кровлями. Перечень дополнительных элементов благоустройства для размещения в указанных рекреационных зонах следует принимать по специальному заданию на проектирование.

3.55. Устройство встроенных или встроенно-пристроенных гаражей-стоянок в подвальном, цокольном и надземном этажах жилых домов класса Ф1.3<sup>3</sup> следует предусматривать с соблюдением требований МГСН 5.01-01, 2001 г.

3.56. Не допускается размещать встроенными и встроенно-пристроенными в жилые здания (в том числе многоквартирные и блокированные жилые дома): специализированные магазины москательнотекстильных и других товаров, эксплуатация которых может вести к загрязнению территории и воздуха жилой застройки; магазины с наличием в них взрывопожароопасных веществ и материалов (легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в аэрозольной упаковке), а также твердых пожароопасных материалов; магазины по продаже ковровых изделий, автозапчастей, шин и автомобильных масел; специализированные рыбные; магазины с режимом

функционирования после 23 часов; предприятия бытового обслуживания, в которых применяются легковоспламеняющиеся вещества (кроме парикмахерских и мастерских по ремонту часов общей площадью до 300 м<sup>2</sup>); бани и сауны (кроме индивидуальных саун в квартирах и многоквартирных домах); казино; дискотеки; предприятия питания и досуга с числом мест более 50 и общей площадью более 250 м<sup>2</sup>, с режимом функционирования после 23 часов и с музыкальным сопровождением — рестораны, бары, кафе, столовые, закусочные, а также клубы; прачечные и химчистки (кроме приемных пунктов и прачечных самообслуживания производительностью до 75 кг в смену); автоматические телефонные станции, предназначенные для телефонизации жилых зданий, общей площадью более 100 м<sup>2</sup>; общественные уборные; похоронные бюро; склады оптовой (или мелкооптовой) торговли; производственные помещения (кроме помещений для труда инвалидов и престарелых, размещаемых в специализированных многоквартирных жилых домах, в их числе пункты выдачи работы на дом, мастерские сборочные, монтажные и декоративных работ); зуботехнические лаборатории, клинικο-диагностические и бактериологические лаборатории; стационары, в том числе диспансеры, дневные стационары и стационары частных клиник, диспансеры всех типов; диспансеры без стационаров всех типов, травмопункты, подстанции скорой и неотложной медицинской помощи; дерматовенерологические, психиатрические, инфекционные и физиатрические кабинеты врачебного приема; отделения (кабинеты) магнитно-резонансной томографии; рентгеновские кабинеты в смежных с жилыми помещениями и под ними, а также помещения с лечебной или диагностической аппаратурой и установками, являющимися источником ионизирующего излучения.

Под жилыми зданиями (в том числе многоквартирными домами) в цокольном и подземных этажах не допускается размещать: помещения для хранения, переработки и использования в различных установках и устройствах легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и газов, взрывчатых веществ (кроме помещений генераторов теплоты в цокольных этажах многоквартирных домов класса Ф1.4<sup>4</sup>), горючих материалов; помещения для пребывания детей;

<sup>3</sup> Многоквартирные жилые дома (по СНиП 21-01-97).

<sup>4</sup> Ф1.4 — многоквартирные, в том числе блокированные жилые дома (по СНиП 21-01-97).



кинотеатры, конференц-залы и другие зальные помещения с числом мест более 50, а также лечебно-профилактические учреждения.

Магазины по продаже ковровых изделий и изделий из твердых пожароопасных материалов допускается располагать пристроенными к глухим участкам стен жилья зданий с REI 150.

## 5. Инженерное оборудование

Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

5.21. В жилых зданиях (в том числе реконструируемых и модернизируемых, в многоквартирных и блокированных жилых домах) следует предусматривать системы отопления и вентиляции, проектируемые согласно СНиП 2.04.05-91\*, СНиП 2.08.01-89\*, за исключением случаев, специально оговоренных в данных нормах. При проектировании необходимо соблюдать требования к системам по экономичному расходованию тепловой энергии, предусматриваемые МГСН 2.01-99.

Проектирование систем отопления и вентиляции встроенных и встроенно-пристроенных нежилых помещений общественного назначения следует осуществлять по соответствующим нормам с учетом технологического задания.

Расчетные параметры воздуха и кратность воздухообмена в помещениях квартир жилых зданий, в том числе в многоквартирных домах, следует принимать согласно обязательному приложению 7.

5.22. Вентиляцию помещений, как правило, следует проектировать естественной. По заданию на проектирование допускается предусматривать вентиляцию с механическим побуждением, а в жилище I категории комфорта — кондиционирование воздуха.

При проектировании следует исключить возможность перетекания воздуха между квартирами.

5.23. Для помещений с нормируемой вытяжкой компенсацию удаляемого воздуха следует предусматривать как за счет поступления наружного воздуха, так и из расчета перетекания его из других помещений данной квартиры.

Вытяжную вентиляцию помещений квартир и многоквартирных жилых домов (спален, гостиной или общей комнаты, столовой, библиотеки, кабинетов),

а также жилых комнат общежитий допускается предусматривать через вытяжные каналы кухонь, уборных, ванных или душевых, совмещенных санузлов.

5.24. Для организации притока в оконных блоках должны предусматриваться форточки, приточные клапаны или открывающиеся фрамуги, подающие воздух в верхнюю зону помещения. Приточные устройства должны давать возможность регулирования расхода приточного воздуха.

5.25. В системах с естественным побуждением местные вентиляционные каналы одной квартиры (многоквартирного дома) допускается объединять в сборный вентиляционный канал с подсоединением их к сборному каналу на одном уровне, выше обслуживаемых помещений не менее чем на 2 м.

Воздуховоды для кухонь и санитарных узлов с унитазами следует проектировать раздельными.

Не допускается объединение вентиляционных каналов из помещений поквартирных генераторов теплоты, гаражей с вентиляционными каналами из кухонь, уборных, ванных, душевых, совмещенных санузлов, кладовых, из сауны и других помещений.

При установке поквартирных генераторов теплоты газоход от водонагревателя следует проектировать как дополнительный вытяжной канал.

Вентиляцию саун следует проектировать с учетом требований п. 3.47.

5.26. Вентиляция встраиваемых объектов должна быть автономной. Вытяжную вентиляцию помещений общественного назначения, размещаемых в габаритах одной квартиры (при площади до 108 м<sup>2</sup>), — нотариальных контор, юридических консультаций, контор жилищно-эксплуатационных организаций, банков и других встроенных помещений (кроме предприятий питания), где отсутствуют пожаровзрывоопасные вещества и вредные выделения не превышают нормируемых значений, допускается присоединять к общей вытяжной системе жилого здания.

5.27. Кухни или кухни-ниши в помещениях без естественного освещения должны быть оборудованы вытяжной вентиляцией с механическим побуждением. Кухни-ниши в квартирах, проектируемых по нижним пределам площадей жилища II категории комфорта, допускается оборудовать вытяжной вентиляцией с естественным побуждением.

5.28. В жилых зданиях, вентилируемых по схеме «теплый чердак», удаление воздуха из чердака следует предусматривать через вытяжные шахты (с высотой не менее 4,5 м от перекрытия над последним этажом) по одной на каждую секцию дома или выгороженный объем чердака секции.

5.29. В реконструируемых и модернизируемых жилых домах допускается использование существующих вентиляционных каналов при их удовлетворительном состоянии. Неиспользуемые вентиляционные каналы в конструкциях стен должны быть заглушены в местах их соединения со сборным вентиляционным коллектором.

5.30. Установку вентиляционных агрегатов следует производить с учетом требований МГСН 2.04.97 и пособий к данным нормам по «Проектированию защиты от шума и вибрации инженерного оборудования в жилых и общественных зданиях», а также по «Проектированию звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий», обеспечивая нормативные уровни шумов в жилых помещениях.

5.31. В целях повышения эффективности вентиляции в кухнях, санитарно-гигиенических помещениях двух верхних этажей, а также для вентиляции кухонь-ниш допускается установка вентиляторов индивидуального пользования с соблюдением требований, изложенных в п. 5.22.

5.32. В наружных стенах технических подполий и подвального этажа следует предусматривать продухи площадью не менее 0,04 м<sup>2</sup> каждый с устройствами для регулирования их площади (вплоть до полного закрытия). Общая площадь продухов должна обеспечивать не менее чем 0,5-кратный обмен воздуха в час.

5.33. Для поддержания в помещениях температур воздуха, указанных в приложении 7, следует проектировать вертикальные или горизонтальные одно- или двухтрубные системы отопления с искусственной циркуляцией. В многоквартирных и блокированных жилых домах допускается применение систем отопления с естественной циркуляцией.

5.34. Допускается по заданию на проектирование предусматривать в помещениях температуры воздуха, превышающие приведенные в приложении 7, при

этом следует проектировать поквартирные системы отопления с установкой приборов, учитывающих расход тепловой энергии на квартиру.

5.35. При отсутствии проживающих в многоквартирных жилых домах система отопления должна обеспечивать поддержание температуры воздуха в помещениях не ниже +5 °С в целях исключения замораживания трубопроводов и оборудования систем водопровода и канализации. При длительном отсутствии проживающих в холодное время года необходимо полное опорожнение систем водоснабжения, канализации и отопления.

5.36. В системах водяного отопления жилых зданий следует предусматривать автоматическое регулирование теплового потока отопительных приборов с помощью термостатических клапанов, устанавливаемых у нагревательных приборов. Отсутствие термостатов допускается в однетрубных системах у нагревательных приборов лестниц и лестничных клеток, лифтовых холлов, поэтажных внеквартирных коридоров (холлов и др.); в двухтрубных системах установка термостатов у нагревательных приборов этих помещений обязательна, но допустима с ручным управлением (без термостатических головок).

5.37. Допускается не отапливать лестничные клетки типа Н1 при обеспечении нормируемого термического сопротивления наружных ограждений для стен, отделяющих эти лестничные клетки от других отапливаемых помещений жилого дома.

5.38. Расчет расходов тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха в лестничных клетках типа Н1 следует выполнять согласно «Рекомендациям по определению теплопотерь жилых зданий».

5.39. Применение тонкостенных стальных нагревательных приборов допускается только с учетом качества воды (по данным теплоснабжающей организации) при независимом присоединении систем отопления к городским тепловым сетям и при закрытом расширительном баке.

5.40. Поквартирные генераторы теплоты на газовом или жидком топливе допускается предусматривать в жилых зданиях до 5 этажей включительно.

5.41. Каждое здание, присоединяемое к городским тепловым сетям, должно быть оборудовано



пунктом контроля и учета тепловой энергии, расходуемой на нужды отопления и вентиляции. При наличии в жилом доме (в том числе реконструируемом и модернизируемом) встроенных или встроенно-пристроенных помещений не жилого назначения необходимо предусматривать учет расхода тепла отдельно по каждому учреждению (предприятию), размещаемому в этих помещениях. По со-

гласованию с заказчиком допускается проектировать совместный пункт контроля и учета теплоты для жилых и нежилых помещений.

5.42. Не допускается установка варочных печей на твердом топливе, а также газового оборудования во встроенных в жилые здания предприятиях питания (требования п. 3.13 СНиП 2.08.01-89\*).

# Глава 3. Расчетные нагрузки на систему отопления

## Климатические условия

### РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА

Согласно п. 2.14 СНиП 2.04.05-91\* «Отопление, вентиляция и кондиционирование» в качестве расчетных для жилых помещений следует принимать:

- параметры А для систем вентиляции и кондиционирования воздуха третьего класса в теплый период года;
- параметры Б для систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха в холодный период года и для систем кондиционирования воздуха первого класса в теплый период года.

Расчетные параметры наружного воздуха приведены в приложении 8 к СНиП 2.04.05-91\* (табл. 3.1).

### РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА

Расчетные параметры внутреннего воздуха в помещениях жилых зданий приведены в приложении 4 СНиП 2.08.01-89\* «Жилые здания».

Согласно МГСН 3.01.01 «Жилые здания» для жилых зданий в г. Москве принимаются следующие расчетные внутренние температуры воздуха в холодный период года:

- 25 °С в ванных и совмещенных санузлах квартиры;
- 22 °С в одной из спален квартиры, в жилых комнатах квартир престарелых и семей с инвалидами, в угловых жилых комнатах;
- 20 °С в рядовых жилых комнатах;
- 18 °С в кухнях квартир престарелых и семей с инвалидами;
- 16 °С в кухнях квартир. в вестибюле, общем коридоре, лифтовом холле, лестничной клетке;
- 5 °С в мусоросборочной камере.

## Тепловой баланс жилых помещений

Тепловой баланс помещений жилых зданий складывается из следующих составляющих:

а) трансмиссионные теплопотери через ограждающие конструкции (стены, окна, двери, полы, потолки), определяемые из общего уравнения теплопередачи

$$Q_T = \frac{1}{R} \cdot (t_{в} - t_{н}) \cdot F \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n \tag{3.1}$$

где  $Q_T$  — количество тепловой энергии, передаваемое от воздуха помещения к наружному воздуху, Вт;

Таблица 3.1

Выписка из приложения 8 к СНиП 2.04.05-91\* (для Москвы)

| Период года | Параметры А             |                            |                    | Параметры Б             |                            |                     |
|-------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------|
|             | Температура воздуха, °С | Удельная энтальпия, кДж/кг | Скорость ветра м/с | Температура воздуха, °С | Удельная энтальпия, кДж/кг | Скорость ветра, м/с |
| Теплый      | 22,3                    | 49,4                       | 1,0                | 28,5                    | 54                         | 1,0                 |
| Холодный    | −15                     | −11,7                      | 4,7                | −26                     | −25,3                      | 4,0                 |

$R$  — общее сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ;

$t_{\text{в}}$  и  $t_{\text{н}}$  — расчетная температура соответственно внутреннего и наружного воздуха,  $^\circ\text{C}$ ;

$F$  — площадь ограждающей конструкции,  $\text{м}^2$ ;

$\beta$  — добавочные потери теплоты в долях от основных теплопотерь, определяемые по п. 2\* приложения 9 СНиП 2.04.05-91\*;

$n$  — коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху по СНиП II-3-79\*.

Для остекленных лоджий  $n$  следует определять по приложению «П» СП 23-101-2000 «Проектирование тепловой защиты зданий»;

б) расход теплоты на нагрев наружного воздуха, поступающего в помещение, определяемый из уравнения

$$Q_{\text{в}} = 0,28 \cdot G \cdot C \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot k, \quad (3.2)$$

где  $Q_{\text{в}}$  — расход теплоты на нагрев наружного воздуха,  $\text{Вт}$ ;

$G$  — количество поступающего в помещение наружного неподогретого воздуха,  $\text{кг}/\text{ч}$ ;

$C$  — удельная теплоемкость воздуха, равная  $1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ ;

$k$  — коэффициент учета влияния встречного теплового потока, равный 0,7 для окон с тройным остеклением, 0,8 для окон с раздельными переплетами и 1,0 для окон и балконных дверей со спаренными переплетами и стеклопакетами;

в) бытовые тепловыделения  $Q_{\text{б}}$ , которые согласно СНиП 2.04.05-91\* составляют  $10 \text{ Вт}/\text{м}^2$  площади пола помещения.

Мощность системы отопления помещения определяется из уравнения теплового баланса

$$Q_{\text{от}} = Q_{\text{т}} + Q_{\text{в}} - Q_{\text{б}}. \quad (3.3)$$

Мероприятия по энергосбережению в первую очередь коснулись увеличения термического сопротивления ограждающих конструкций. МГСН-2.01-98 «Энергосбережение жилых зданий» требует для г. Москвы  $R$  наружных стен  $3,13 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ . Дальнейшее увеличение  $R_{\text{ст}}$  не дает ожидаемого эффекта, так как доля теплопотерь наружными стенами уменьшается по сравнению с другими составляющи-

ми. Переход на стеклопакеты снизил как трансмиссионные теплопотери через остекленные поверхности помещений жилых зданий, так и инфильтрационную составляющую  $Q_{\text{в}}$ . В результате нагрев наружного воздуха в необходимом количестве, обеспечивающем санитарную норму, составляет в тепловом балансе помещений более 50%.

В дальнейшем энергосбережение за счет отопления жилых зданий возможно при использовании теплоты вытяжного воздуха для нагрева наружного приточного воздуха в теплоутилизационных установках, что потребует применения механической приточно-вытяжной вентиляции в жилых зданиях. Поэтому во многих случаях механическая вентиляция в жилых зданиях должна прийти на смену естественной вентиляции.

### Определение потерь теплоты через ограждающие конструкции помещений

Расчет теплопотерь помещений жилых зданий следует производить согласно приложению 9 СНиП 2.04.05-91\*. Расчет этот довольно кропотливый, и в основных проектных институтах, где разрабатываются проекты отопления жилых зданий, имеются компьютерные программы расчета теплопотерь. Так, в Москве такие программы разработаны в МНИИТЭП, ОАО «Моспроект», ЦНИЭП инженерного оборудования.

Как при ручном, так и при компьютерном расчете теплопотерь при заполнении исходных данных важно правильно определить площади ограждений.

Принимают следующие линейные размеры ограждений (см. рис. 3.1):

высота стен первого этажа при наличии теплого техподполья — между уровнями полов первого и второго этажа ( $h_1$ );

высота стен промежуточного этажа — между уровнями полов данного и вышележащего этажа ( $h_2$ );

высота стен верхнего этажа — от уровня пола до верха утепляющего слоя чердачного перекрытия ( $h_3$ );

длина наружных стен по внешнему периметру здания, в угловых помещениях — от линии пересечения наружных стен до осей внутренних стен ( $L$  и  $L_1$ ); в неугловых помещениях — между осями внутренних стен ( $L_2$ );



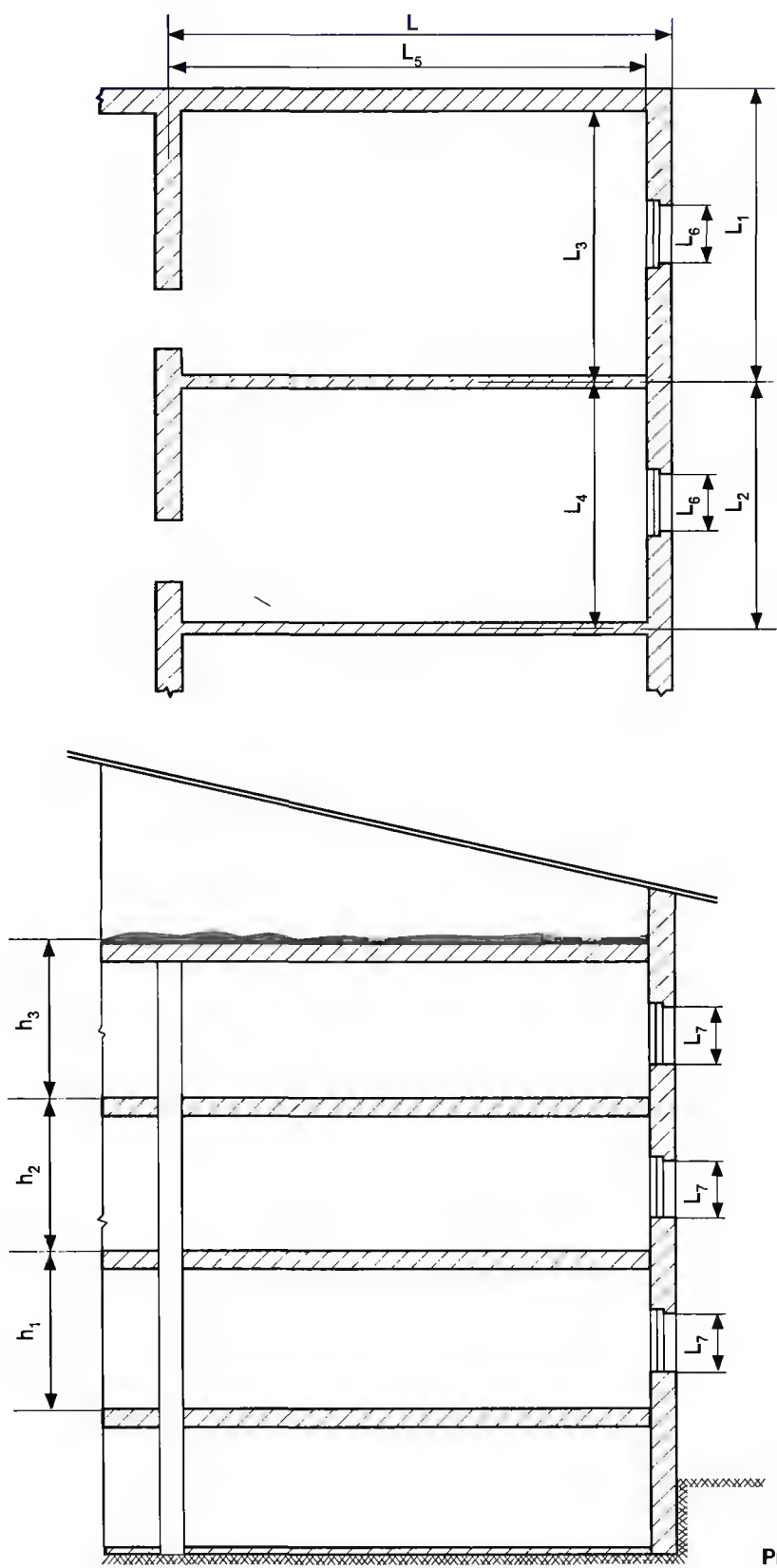


Рис. 3.1. Обмер поверхностей ограждений

длина и ширина над техподпольями, а также длина и ширина потолков — от внутренней поверхности наружной стены до оси внутренней стены ( $L_3, L_4, L_5$ ); ширина и высота окон и дверей — по наименьшим размерам проемов в свету ( $L_6$  и  $L_7$ ).

Правила определения основных и добавочных теплопотерь через ограждающие конструкции помещений приведены в приложении 9 к СНиП 2.04.05-91\* «Отопление, вентиляция и кондиционирование». Правила эти довольно просты и сводятся к определению основных теплопотерь по уравнению теплопередачи и добавочных теплопотерь в долях от основных теплопотерь.

Определенную сложность представляет вычисление расхода теплоты для нагревания инфильтрующегося наружного воздуха, а точнее, определение расхода инфильтрующегося воздуха в помещении под действием расчетной разности давлений воздуха на наружной и внутренней поверхности ограждений.

Вычисления эти необходимо производить согласно приложению 10 СНиП 2.04.05-91\*.

Расход теплоты зависит от ряда факторов и различен на разных этажах здания. Для выполнения таких расчетов удобнее использовать компьютерные программы.

На стадиях проектирования жилых домов, не подлежащих экспертизе и утверждению, может быть использована упрощенная методика, разработанная МНИИТЭП.

По этой методике добавочные теплопотери, включая инфильтрационные, определяются с помощью приведенного коэффициента теплопередачи остекленных поверхностей. Сначала для всех помещений определяются теплопотери с коэффициентом теплопередачи наружных стен по суммарной площади наружных стен, окон и балконных дверей, а затем к этим теплопотерям прибавляется величина, вычисляемая по следующей формуле:

$$Q_{\text{доп}} = F_{\text{ост}} \cdot (K_{\text{ост}} - K_{\text{ст}} + K_{\text{пр}}) \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot 1,08, \quad (3.4)$$

где  $Q_{\text{доп}}$  — теплопотери, которые в сумме с теплопотерями через стены позволяют определить необходимую для помещения мощность системы отопления, Вт;

$F_{\text{ост}}$  — суммарная площадь остекления помещения,  $\text{м}^2$ ;

$K_{\text{ост}}, K_{\text{ст}}$  — коэффициенты теплопередачи остекления и стен соответственно,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ;

$K_{\text{пр}}$  — приведенный коэффициент теплопередачи, учитывающий теплопотери через полы, потолки, на нагрев вентиляционного воздуха, а также — бытовые тепловыделения (см. табл. 3.3 и 3.4 для г. Москвы);

$t_{\text{в}}, t_{\text{н}}$  — расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха;

1,08 — коэффициент, учитывающий добавочные потери теплоты в соответствии с п. 26 приложения 9 СНиП 2.04.05-91\*.

Таблицы приведенных коэффициентов теплопередачи составлены для расчетных температур по г. Москве для жилых зданий до 25 этажей, для рядовых и угловых жилых комнат, для кухонь (табл. 3.5), для лестнично-лифтовых узлов при остеклении их стеклопакетами.

Для других условий и других городов эти таблицы необходимо пересчитать.

При этом в соответствии с п. 3 приложения 10 СНиП 2.04.05-91\* для климатических данных конкретного города составляется таблица расходов инфильтрующегося воздуха по этажам жилых зданий различной этажности для конкретной воздухопроницаемости  $1 \text{ м}^2$  остекления.

Для промежуточных этажей лестнично-лифтового узла  $K_{\text{пр}}$  может быть определен по формуле

$$K_{\text{пр}} = 0,26 \cdot G, \quad (3.5)$$

где  $G$  — расход инфильтрующегося воздуха,  $\text{кг}/\text{м}^2$ .

Для промежуточных этажей кухонь с учетом бытовых тепловыделений

$$K_{\text{пр}} = 0,26 \cdot G - \frac{50,9}{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}. \quad (3.6)$$

Для промежуточных этажей жилых комнат  $K_{\text{пр}}$  определяется по формуле (3.6) с проверкой по следующей формуле:

$$K_{\text{пр}} = 5,12 - \frac{50,9}{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}. \quad (3.7)$$

Для этажей, где формула (3.7) дает большее значение, чем формула (3.6),  $K_{\text{пр}}$  следует принимать по формуле (3.7), для остальных — по формуле (3.6).

Для последних этажей во всех случаях следует добавить величину

$$K_{\text{пр1}} = \frac{29,6}{M},$$

где  $M$  — этажность здания.

Для первых этажей во всех случаях следует добавить величину

$$K_{\text{пр2}} = \frac{88,6}{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}.$$

### Расчет потерь теплоты зданиями по укрупненным показателям

По укрупненным показателям можно определить теплотопотери для здания в целом, а также ориентировочную мощность котельной или ЦТП на группу зданий, что удобно на ранних стадиях проектирова-

ния (т.е.о., получение технических условий на проектирование).

Для выполнения рабочих чертежей отопления жилых зданий пользоваться укрупненными показателями недопустимо.

Расчетный расход теплоты по укрупненным показателям определяется по следующей формуле:

$$Q_{\text{от}} = q_v \cdot V \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}), \quad (3.8)$$

где  $Q_{\text{от}}$  — расход теплоты на нужды отопления жилого здания, Вт;

$q_v$  — удельная тепловая характеристика здания, Вт/(м<sup>3</sup> · °С) (табл. 3.2);

$V$  — отапливаемый объем здания по наружным обмерам, м<sup>3</sup>;

$t_{\text{в}}$  и  $t_{\text{н}}$  — расчетная температура соответственно внутреннего и наружного воздуха, °С.

Таблица 3.2

Удельные тепловые характеристики жилых зданий  $q_v$ , Вт/м<sup>3</sup> · °С

| Этажность  | Температура наружного воздуха $T_{\text{н}}$ |      |      |           |      |      |      |
|------------|----------------------------------------------|------|------|-----------|------|------|------|
|            | –10                                          | –15  | –20  | –25       | –30  | –35  | –40  |
| 1–3        | 0,72                                         | 0,65 | 0,59 | 0,51/0,44 | 0,50 | 0,48 | 0,45 |
| 4–5        | 0,65                                         | 0,58 | 0,53 | 0,46/0,36 | 0,45 | 0,42 | 0,40 |
| 6–9        | 0,57                                         | 0,50 | 0,46 | 0,40/0,30 | 0,39 | 0,37 | 0,35 |
| 10 и более | 0,54                                         | 0,48 | 0,43 | 0,38/0,26 | 0,37 | 0,35 | 0,33 |

Примечания: 1. Укрупненные показатели  $q_v$ , измерявшейся для жилых зданий строительства прежних лет в ккал/м<sup>3</sup> · ч · °С, для сопоставимости переведены в Вт/м<sup>3</sup> · °С;  
2. В знаменателе указана величина  $q_v$  для жилых зданий, построенных позже 1998 г.



### Таблицы приведенных коэффициентов теплопередачи дополнительных тепловпотерь (для г. Москвы)

Таблица 3.3

Приведенные коэффициенты теплопередачи дополнительных тепловпотерь для рядовых жилых комнат при стеклопакетах в Вт/м<sup>2</sup>·°С,  $h_{\text{эт}} = 2,8$  м (для Москвы)

| Этаж | Этажность |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|      | 25        | 24   | 23   | 22   | 21   | 20   | 19   | 18   | 17   | 16   | 15   | 14   | 13   | 12   | 11   | 10   |
| 25   | 5,20      | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| 24   | 4,02      | 5,25 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| 23   | 4,02      | 4,02 | 5,31 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 22   | 4,02      | 4,02 | 4,02 | 5,37 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 21   | 4,02      | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 5,43 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 20   | 4,02      | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 5,50 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 19   | 4,02      | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 5,58 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 18   | 4,02      | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 5,67 |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 17   | 4,02      | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 5,76 |      |      |      |      |      |      |      |
| 16   | 4,02      | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 5,87 |      |      |      |      |      |      |
| 15   | 4,02      | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 5,99 |      |      |      |      |      |
| 14   | 4,02      | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 6,14 |      |      |      |      |
| 13   | 4,02      | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 6,30 |      |      |      |
| 12   | 4,02      | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 6,49 |      |      |
| 11   | 4,02      | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 6,71 |      |
| 10   | 4,02      | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 6,98 |
| 9    | 4,02      | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 |
| 8    | 4,02      | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 |
| 7    | 4,02      | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 |
| 6    | 4,02      | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 |
| 5    | 4,02      | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 |
| 4    | 4,02      | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 |
| 3    | 4,02      | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 |
| 2    | 4,02      | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | 4,02 |
| 1    | 5,95      | 5,95 | 5,95 | 5,95 | 5,95 | 5,95 | 5,95 | 5,95 | 5,95 | 5,95 | 5,95 | 5,95 | 5,95 | 5,95 | 5,95 | 5,95 |

Таблица 3.4

Приведенные коэффициенты теплопередачи дополнительных теплотерь для угловых жилых комнат при стеклопакетах в Вт/м<sup>2</sup> · °С,  $h_{ат} = 2,8$  м (для г. Москвы)

[illegible]

Таблица 3.5

Пример расчета теплотерь помещения 2 (кухня) по методу приведенных коэффициентов теплопередачи  
дополнительных теплотерь

| Этаж | $A \cdot h$ | $K_{ст}$ | $t_{в} - t_{н}$ | $Q_{от, усл}$ | $F_{ост}, м^2$ | $K_{пр}$ | $\Sigma K$ | $Q_{пр}, Вт$ | $\Sigma Q, Вт$ |
|------|-------------|----------|-----------------|---------------|----------------|----------|------------|--------------|----------------|
| 17   | 3,6 · 2,8   | 0,32     | 42              | 244           | 2,336          | 1,24     | 2,71       | 266          | 510            |
| 16   |             |          |                 | 244           |                | -0,42    | 1,05       | 103          | 347            |
| 15   |             |          |                 | 244           |                | -0,33    | 1,14       | 112          | 356            |
| 14   |             |          |                 | 244           |                | -0,33    | 1,14       | 112          | 356            |
| 13   |             |          |                 | 244           |                | -0,25    | 1,22       | 120          | 364            |
| 12   |             |          |                 | 244           |                | -0,18    | 1,29       | 127          | 371            |
| 11   |             |          |                 | 244           |                | -0,11    | 1,36       | 133          | 377            |
| 10   |             |          |                 | 244           |                | -0,04    | 1,43       | 140          | 384            |
| 9    |             |          |                 | 244           |                | 0,03     | 1,50       | 147          | 391            |
| 8    |             |          |                 | 244           |                | 0,09     | 1,56       | 153          | 397            |
| 7    |             |          |                 | 244           |                | 0,16     | 1,63       | 160          | 404            |
| 6    |             |          |                 | 244           |                | 0,18     | 1,65       | 162          | 406            |
| 5    |             |          |                 | 244           |                | 0,25     | 1,72       | 169          | 413            |
| 4    |             |          |                 | 244           |                | 0,31     | 1,78       | 175          | 419            |
| 3    |             |          |                 | 244           |                | 0,36     | 1,83       | 180          | 424            |
| 2    |             |          |                 | 244           |                | 0,42     | 1,89       | 185          | 429            |
| 1    |             |          |                 | 244           |                | 2,49     | 3,96       | 389          | 633            |

## Глава 4. Отопление. Теплоснабжение

### Общая часть

Система отопления жилых зданий должна обеспечивать равномерное поддержание расчетных температур отапливаемых помещений в течение всего отопительного периода, а также: возможность регулирования теплопроизводительности по помещениям без нарушений гидравлической и тепловой устойчивости; удобство в эксплуатации и при ремонте; допустимый уровень шума; пожарную безопасность. Отопительный период для жилых зданий — это период года, когда средняя температура наружного воздуха ниже  $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

В жилых зданиях могут применяться системы отопления: водяные, воздушные, электрические, печные.

Печное отопление допускается в жилых зданиях до двух этажей. В городах и населенных пунктах городского типа печное отопление допускается при соответствующем обосновании.

Воздушное отопление следует применять при повышенных требованиях к комфортности здания в сочетании с приточно-вытяжной вентиляцией или кондиционированием.

Электроотопление может быть применено при экономическом обосновании и согласовании с электроснабжающими организациями.

### Основные виды систем водяного отопления и выбор системы для конкретного здания

Наиболее часто для отопления жилых зданий применяются водяные системы отопления, которые различаются по ряду признаков:

#### а) по схеме

- двухтрубные вертикальные и горизонтальные,
- одноконтурные вертикальные,
- одноконтурные горизонтальные,

- одноконтурные «П» и «Т»-образные;

#### б) по источнику

- центральные системы, присоединяемые к тепловым сетям от внешних питающих источников и от индивидуальных автономных источников теплоснабжения, в том числе от крышных котельных,
- квартирные системы (теплогенератор на одну квартиру);

#### в) по расположению магистралей

- с верхней разводкой подающей магистрали и нижней разводкой обратной магистрали,
- с нижней разводкой подающей и обратной магистралей,
- опрокинутая система (нижняя разводка подающей и верхняя прокладка обратной магистралей);

#### г) по направлению движения воды в подающих и обратных магистралях

- тупиковые системы,
- системы с попутным движением воды;

#### д) по побуждению циркуляции воды в системе

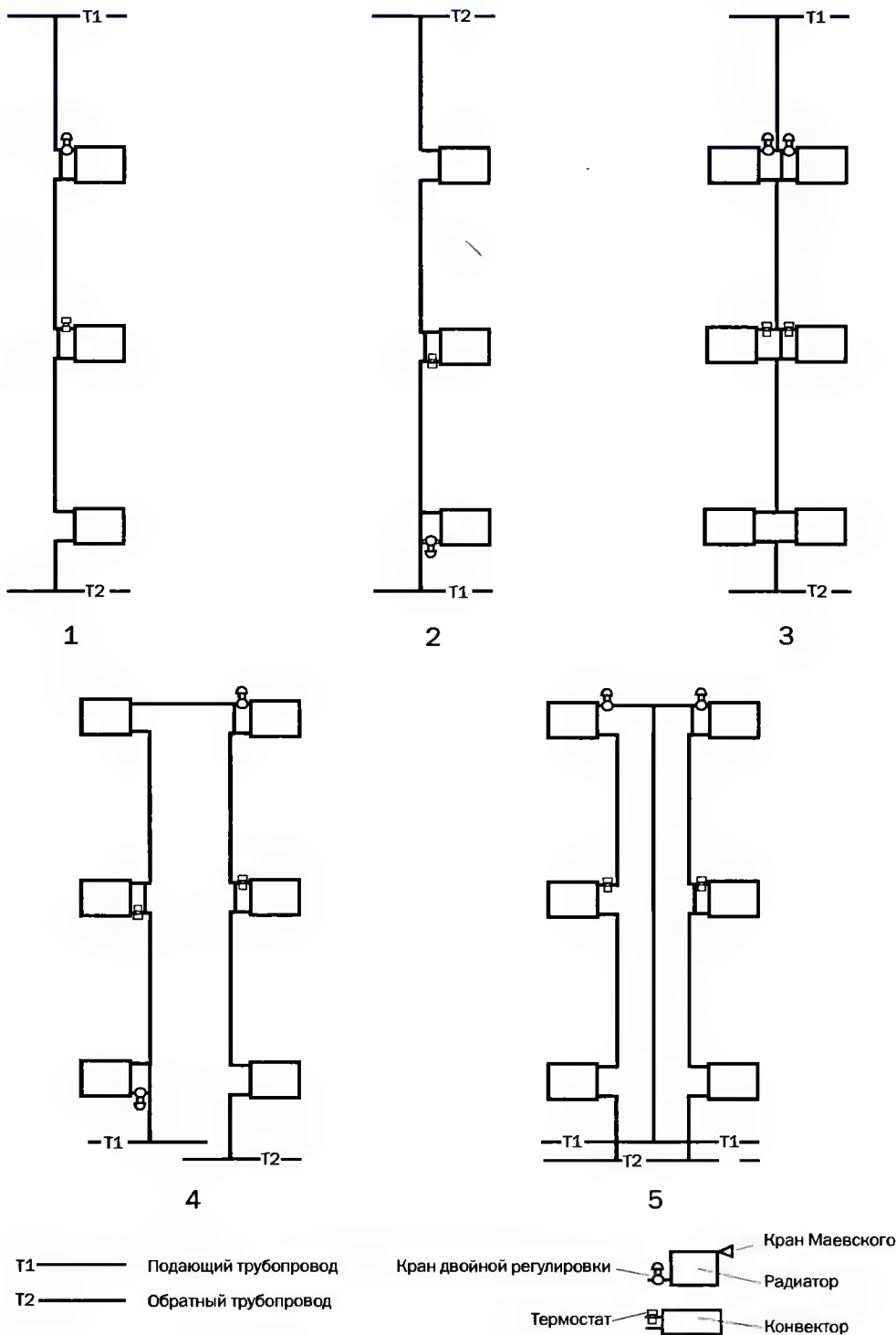
- гравитационные системы (естественная циркуляция воды),
- системы с искусственной циркуляцией (насос или водоструйный элеватор);

#### е) по схеме регулирования теплоотдачи нагревательных приборов

- с индивидуальным регулированием по воде,
- с индивидуальным регулированием по воздуху,
- с автоматическим регулированием.

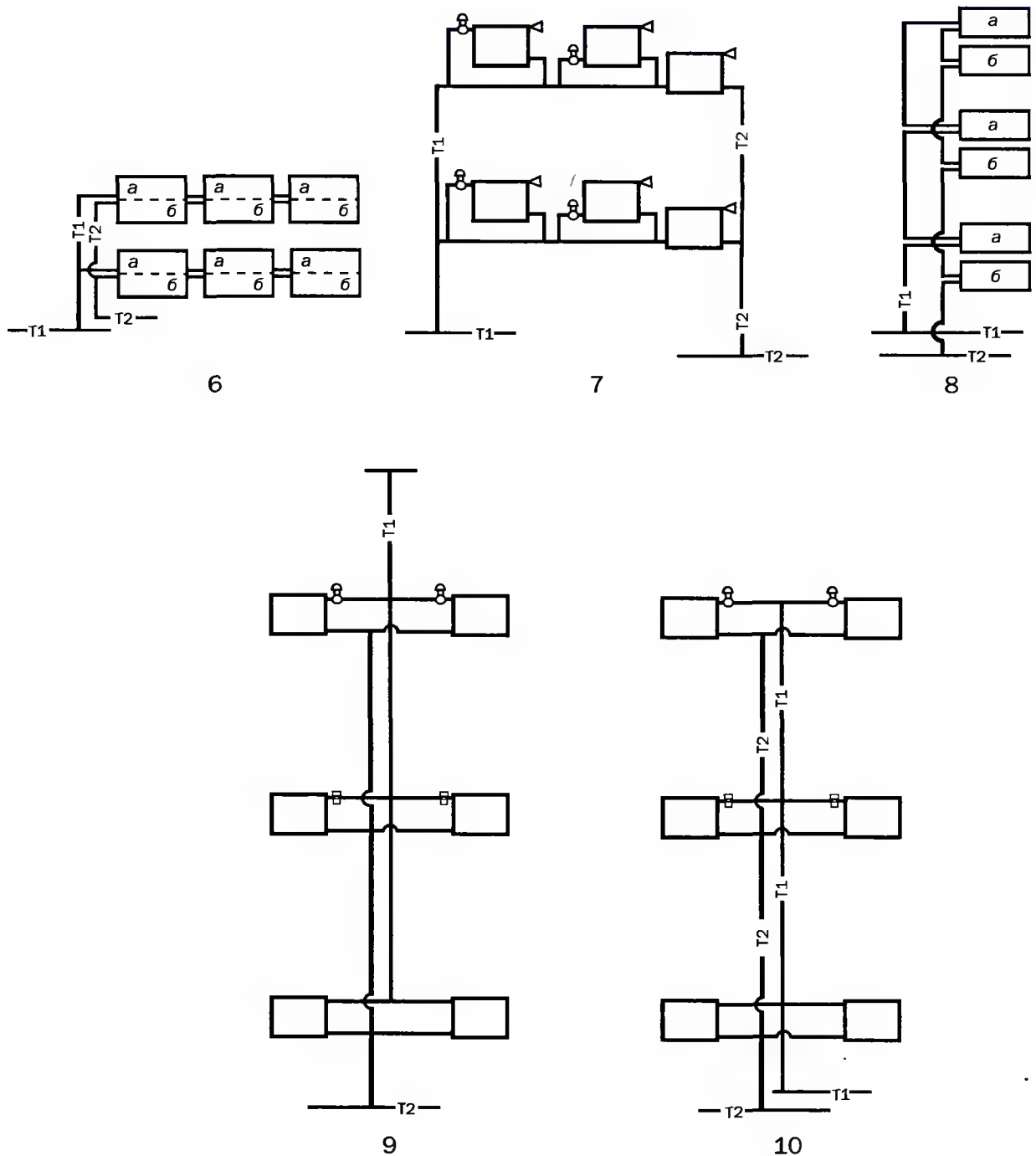
Если система отопления устроена таким образом, что каждый нагревательный прибор, установленный в помещении, состоит из двух равных частей «а» и «б» (см. рис. 4.1), в которых теплоноситель движется в противоположных направлениях и последовательно проходит сначала через все части «а», а





**Рис. 4.1.** Стояки систем водяного отопления:

1, 3 — стояки вертикальной однотрубной системы с верхней разводкой с односторонним и двусторонним присоединением приборов; 2 — стояк вертикальной однотрубной системы с опрокинутой циркуляцией; 4, 5 — П- и Т-образные стояки вертикальной однотрубной системы с нижней разводкой



**Рис. 4.1.** Стойки систем водяного отопления:

6, 8 — стояки вертикальной и горизонтальной бифилярной системы; 7 — стояк горизонтальной однотрубной системы; 9, 10 — стояки двухтрубной системы с верхней и нижней разводкой

затем через все части «б», то система носит название бифилярной.

Преимущество такой системы в том, что все приборы имеют постоянный температурный напор и частично выполняют функции разводящих магистралей. Эту систему можно рекомендовать для одноэтажных зданий с естественной циркуляцией и для квартирных систем отопления.

Для центрального отопления с искусственной циркуляцией воды рекомендуется двухтрубная система отопления с нижней разводкой магистралей с автоматическим регулированием теплоотдачи приборов.

Однотрубные системы с автоматическим регулированием теплоотдачи приборов малоэффективны, так как даже при полном перекрытии термостатами подачи теплоносителя во все приборы остаточная циркуляция теплоносителя в системе составляет до 70% от расчетной.

Опыт эксплуатации однотрубных систем показал, что при плохом теплоснабжении и при попытках повышения комфортности помещений путем установки дополнительной поверхности приборов снижается теплоотдача нагревательных приборов в следующих по направлению движения теплоносителя помещениях, в результате чего система отопления может быть полностью разрегулирована.

Однотрубные системы обладают одним бесспорным преимуществом — они гидравлически устойчивы, поэтому их следует рекомендовать в гравитационных системах малоэтажных зданий.

Горизонтальные однотрубные системы можно рекомендовать для применения в малоэтажных зданиях с насосным побуждением циркуляции теплоносителя.

Преимуществом тупиковых систем отопления жилых зданий является их меньшая, по сравнению с другими системами, металлоемкость; преимуществом попутных систем — одинаковая протяженность циркуляционных колец, одинаковая предварительная настройка терморегуляторов.

## Отопительные приборы и их регулирование

В системах водяного отопления жилых зданий применяются следующие виды нагревательных приборов:

- чугунные секционные радиаторы;
- алюминиевые радиаторы;
- биметаллические радиаторы;
- стальные колончатые радиаторы;
- стальные панельные радиаторы;
- конвекторы.

Основное достоинство **чугунных секционных радиаторов** — устойчивость металла к коррозии без нанесения какого-либо защитного покрытия, что обеспечивает им надежность в эксплуатации. Радиаторы достаточно гигиеничны (кроме ребренных моделей), так как с их поверхности легко удалить пыль; обладают значительной тепловой инерцией, что позволяет в переходные периоды при теплоснабжении с пропусками обеспечить более равномерную температуру в помещениях; имеют малое гидравлическое сопротивление.

К недостаткам этих радиаторов относятся: низкий коэффициент теплоотдачи, возможность зашламления и завоздушивания, относительно высокая стоимость, возможность использования их только в системах с давлением воды до 0,6 мПа.

Применение чугунных радиаторов старой, известной конструкции ограничивается сегодня, в основном, малоэтажным строительством, где их нередко используют для создания интерьера в стиле «ретро». Современные модели чугунных радиаторов по дизайну выгодно отличаются от своих предшественников и внешне при добротной окраске похожи на алюминиевые. Это в первую очередь относится к импортным приборам, в частности к модели DUBA испанской компании Roca Radiadores.

Основное преимущество **алюминиевых секционных радиаторов** — их повышенная теплопроводность. Недостатки: невысокая гигиеничность (затруднено удаление пыли с внутренних поверхностей), неустойчивость к повышенной кислотности воды. Алюминиевые радиаторы некоторых марок не выдерживают давления теплоносителя выше 0,6 мПа, поэтому эти приборы можно рекомендовать в системах отопления с автономными источниками теплоснабжения, создающими невысокое давление теплоносителя в системе.

Отечественные алюминиевые секционные радиаторы представлены на рынке приборами модели «РС» Ступинского алюминиевого завода. Известны также импортные радиаторы марок GLOBAL, ROVALL, EPATO, OPERA, AURAL, DUBAL.

**Биметаллические радиаторы** представляют собой комбинацию из двух стальных тонкостенных труб с оребрением из алюминиевого сплава, выполненным литьем под давлением. Стальные трубы обеспечивают прочность и коррозионную стойкость прибора, а алюминий — высокую теплоотдачу. Единственный недостаток биметаллических радиаторов — это их высокая стоимость по сравнению с другими отопительными приборами. Из отечественных биметаллических радиаторов следует упомянуть РБС производства ОАО «Сантехпром» и КНБ фирмы ВЕЛЬ, из импортных CF итальянской фирмы SIRA.

**Стальные колончатые радиаторы** отличаются повышенной прочностью, внешне напоминают чугунные, но в отличие от последних более гигиеничны, так как на их гладкой поверхности не накапливается пыль. Они могут быть использованы практически во всех системах отопления.

Фирмы ARBONIA и ZEHNDER, поставщики стальных колончатых радиаторов на российский рынок, разработали ряд моделей отопительных приборов, способных украсить интерьер помещения.

Очень широк спектр **стальных панельных радиаторов**. Дешевизна, современный дизайн, компактность дают этим приборам преимущества перед другими типами радиаторов, однако подверженность коррозии вынуждает использовать воду высокого качества и устанавливать в системе дорогостоящий мембранный расширительный бак.

Наиболее популярны **стальные радиаторы панельного типа**: Мосварт (Россия), Kermi, Buderus, Gallant (Германия), Delonghi (Италия), Korado (Чехия).

В массовом индустриальном строительстве жилых зданий наиболее широко применяются **конвекторы**. Максимальная теплоплотность, равнопрочность со всей системой отопления, дешевизна, привлекательный внешний вид, возможность использования практически в любых системах водяного отопления делают конвекторы «Универсал ТБ» и «Сантехпром-Авто» производства ОАО «Сантехпром» действительно универсальными приборами.

Российско-шведское предприятие «Изотерм» предлагает на рынок биметаллический конвектор (медные трубы и стальное оребрение). Долговечность прибора в отличие от «Универсала ТБ» даже превышает долговечность системы из обыкновенных водогазопроводных труб, однако и стоимость

конвектора значительно выше стоимости «Универсала ТБ».

Согласно п. 3.59 СНиП 2.04.05-91\* у отопительных приборов следует устанавливать регулирующую арматуру, за исключением помещений, где имеется опасность заморозания теплоносителя (на лестничных клетках, в тамбурах и т.п.). Для конвекторов с воздушными регулирующими клапанами допускается не устанавливать регулирующую арматуру на подводках.

В качестве регулирующей арматуры на подводках к отопительным приборам могут быть использованы краны двойной регулировки, запорные вентили и термостаты.

Согласно п. 5.16 МГСН 3.01.01 для г. Москвы в системах водяного отопления жилых зданий следует предусматривать автоматическое регулирование теплового потока отопительных приборов, поэтому на подводках к конвекторам необходимо устанавливать термостаты. В целях выполнения этих требований ОАО «Сантехпром» разработало конвектор «Сантехпром-Авто» со встроенным термостатом.

В системах отопления жилых зданий могут также использоваться термостаты фирм DANFOSS, HERZ, OWENTROP.

## Отопление жилой части здания

Отопление жилых зданий, включая жилые здания со встроенными и встроенно-пристроенными помещениями общественного назначения, проектируется, как правило, центральным с теплоснабжением от тепловых пунктов.

В соответствии с приложением 11 СНиП 2.04-91\* расчетная температура теплоносителя в системе отопления должна составлять: 95 °C — для двухтрубных и 105 °C — для одноконтурных систем.

В наружных сетях, как правило, расчетная температура теплоносителя выше (150, 120 °C), поэтому отопление жилых зданий присоединяется к наружной тепловой сети через водоструйный элеватор с помощью подмешивающего насоса или по независимой схеме через теплообменник.

Проектирование системы отопления начинается с ее конструирования, которое ведется в соответствии с разделом 3 СНиП 2.04.05-91\* и СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы».



При этом выбирается принципиальная схема системы, тип нагревательных приборов, места установки нагревательных приборов, узла управления, тип и место установки расширительного бака, места прокладки стояков и трассировка магистралей.

Далее выполняются расчет теплопотерь и теплогидравлический расчет системы отопления, целью которых является определение необходимой поверхности нагревательных приборов и диаметров трубопроводов.

Расчеты эти трудоемки, поэтому в настоящее время почти во всех проектных организациях они выполняются с помощью компьютерных программ. Особенно это касается выполнения теплогидравлических расчетов для систем отопления с автоматическим регулированием теплоотдачи нагревательных приборов.

При проведении расчетов, включая компьютерные, необходимо учитывать гидравлическое сопротивление системы.

При элеваторном присоединении диктующими факторами для определения гидравлического сопротивления системы служат располагаемый напор перед элеватором (максимальное сопротивление системы) и условие неопрокидывания системы при однотрубной системе с нижней разводкой подающих магистралей (минимальное сопротивление системы)

$$H_{\max} > H > H_{\min}, \quad (4.1)$$

где  $H$  — гидравлическое сопротивление системы отопления, Па.

$$H_{\max} = 700 \cdot \frac{H_1}{(1 + U)^2}, \quad (4.2)$$

где  $H_1$  — располагаемый напор перед элеватором, кПа;

$U$  — коэффициент смещения элеватора. Он определяется по формуле

$$U = 1,15 \cdot \frac{(T - t_1)}{(t_1 - t_2)}, \quad (4.3)$$

где  $T$  — температура подающей воды теплосети,  
 $t_1$  и  $t_2$  — температура подающей и обратной воды в системе отопления,

$$H_{\min} = 420,4 \cdot h_{\text{эт}} \cdot M, \quad (4.4)$$

где  $h_{\text{эт}}$  — высота этажа, м;

$M$  — этажность.

В системах отопления с подмешивающим насосом или циркуляционным насосом при независимом присоединении максимальное гидравлическое сопротивление системы отопления определяется из условия максимально допустимых скоростей теплоносителя в трубопроводах (см. приложение 14 СНиП 2.04.05-91\*).

При определении расчетной поверхности нагревательных приборов необходимо закладывать 90% теплоотдачи стояков и подводов чтобы не завышать расчетные поверхности первых по ходу движения теплоносителя нагревательных приборов в однотрубной системе отопления, и чтобы недоучет остывания воды в стояках и подводках не приводил к уменьшению расчетных поверхностей последних по ходу теплоносителя нагревательных приборов. Это условие особенно важно при расчетах верхних нагревательных приборов двухтрубных систем отопления с нижней разводкой вследствие значительного остывания воды в стояках и подводках.

Теплоотдача конкретного нагревательного прибора зависит:

- от теплового напора, определяемого по формуле

$$\delta T = t_{\text{ср. пр}} - t_{\text{в}}, \quad (4.5)$$

где  $\delta T$  — тепловой напор, °С,

$t_{\text{ср. пр}}$  — средняя температура нагревательного прибора,

$t_{\text{в}}$  — расчетная температура помещения;

- от скорости теплоносителя в приборе;
- в некоторых случаях от схемы подачи теплоносителя в нагревательный прибор (сверху вниз, снизу вверх).

Эти математические зависимости определяются опытным путем для каждого типа прибора, поэтому важно, чтобы в расчетную программу была заложена объективная формула, для чего каждый новый нагревательный прибор, поступающий на российский рынок, должен пройти сертификацию с определением этой формулы в соответствующей организации, имеющей лицензию на проведение таких работ.

Стояки в системах отопления жилых зданий из эстетических соображений и удобства монтажа выполняют одного диаметра по всей высоте стояка (как правило,  $d_{\max} = 25$  мм).

В 10-этажных и более высоких зданиях в ряде помещений  $d_{\max} = 25$  мм по пропускной способности не обеспечивает необходимые расходы теплоносителя, тогда используются стояки этого диаметра, устроенные «с перехлестом», при этом два стояка прокладываются рядом — один стояк обслуживает нижние этажи здания, другой — верхние.

При гидравлическом расчете системы отопления потери давления в стояках должны составлять не менее 70% общих потерь давления в циркуляционных кольцах без учета потерь давления на общих участках.

Для прикидочных расчетов диаметров участков магистрали можно воспользоваться формулой

$$D = 4,8 \cdot G^{0,4} \cdot L^{0,2} / (0,1 \cdot H)^{0,2}, \quad (4.6)$$

где  $D$  — требуемый диаметр трубопровода, мм;

$G$  — расход теплоносителя, кг/ч;

$L$  — длина ветки, м;

$H$  — гидравлическое сопротивление системы отопления, Па.

Для гидравлической увязки стояков используются отличные от диаметров стояков диаметры узлов присоединения к подающей и обратной магистралям и переменный перепад температур теплоносителя в стояках, причем последний не должен отличаться более чем на 25% от расчетного перепада температур теплоносителя в системе.

Использование шайб для гидравлической увязки стояков в системе отопления не рекомендуется.

Шайбы применяются для гидравлической увязки отдельных веток, обслуживающих отопление вестибюлей, лестничных клеток, сквозных проходов и пр. с основной системой отопления здания или секции.

Диаметр шайбы определяется по формуле:

$$D_{\text{ш}} = \sqrt{\frac{G}{\sqrt{0,1 \cdot H}}}, \quad (4.7)$$

где  $D_{\text{ш}}$  — диаметр шайбы в мм;

$G$  — расход воды, т/ч;

$H$  — гидравлическое сопротивление шайбы, кПа.

## Отопление встроенно-пристроенных помещений

Нагревательные приборы отдельных встроенных помещений при размещении в них муниципальных

служб могут присоединяться к стоякам системы отопления жилой части дома.

Встроенно-пристроенные помещения, как правило, должны иметь не только самостоятельные системы отопления, но и самостоятельные узлы управления. Наряду с водяным отоплением эти помещения могут быть оборудованы системами воздушного отопления, совмещенного с приточно-вытяжной вентиляцией. Технологические, архитектурные и другие соображения определяют эти системы, в частности — тип устанавливаемых нагревательных приборов.

Существует несколько методик гидравлического расчета систем отопления: удельных потерь давления, эквивалентных сопротивлений, характеристик сопротивлений. Последняя методика наиболее удобна, так как характеризует отдельные участки и систему в целом независимо от расходов теплоносителя и не только позволяет определить гидравлическое сопротивление по расходу, но и распределить известный расход по системе.

Ниже приведены основные формулы гидравлического расчета методом характеристик сопротивлений:

$$H = S \cdot G^2;$$

$$S = A \cdot \left( \frac{\lambda \cdot l}{d} + \sum \xi \right);$$

$$S_{\text{пос}} = S_1 + S_2;$$

$$S_{\text{пар}} = \frac{S_1 \cdot S_2}{\sqrt{S_1} + \sqrt{S_2}}, \quad (4.8)$$

где  $H$  — гидравлическое сопротивление, кг/м<sup>2</sup>;

$S$  — характеристика сопротивления (кг/м<sup>2</sup>)/(кг/ч)<sup>2</sup>;

$G$  — расход, кг/ч;

$A$  — удельный динамический скоростной напор;

$\lambda$  — безразмерный коэффициент трения;

$l$  — длина участка, м;

$d$  — диаметр трубопровода, м;

$\sum \xi$  — сумма коэффициентов местных сопротивлений;

$S_{\text{пос}}, S_{\text{пар}}$ ,

$S_1, S_2$  — характеристики сопротивления двух последовательных и параллельных участков, характеристика сопротивления первого и второго участков.

Характеристика сопротивления  $S \cdot 10^4$  участка в зависимости от его длины, диаметра и местных сопротивлений может быть вычислена по формулам, приведенным в табл. 4.1:

Таблица 4.1

Формулы для расчета  $S \cdot 10^4$

| $d_{\text{усл.}}$ | $S \cdot 10^4$                                |                       |
|-------------------|-----------------------------------------------|-----------------------|
| 15                | $1,08 \cdot (2,7 \cdot L + R + 1,3 \cdot W)$  | $R = A + 3 \cdot B +$ |
| 20                | $0,323 \cdot (1,8 \cdot L + R + 1,1 \cdot W)$ | $+ 1,5 \cdot C$       |
| 25                | $0,125 \cdot (1,4 \cdot L + R + 0,6 \cdot W)$ |                       |
| 32                | $0,04 \cdot (L + T)$                          | $T = R + 0,2 \cdot W$ |
| 40                | $0,0235 \cdot (0,8 \cdot L + T)$              |                       |
| 50                | $0,0084 \cdot (0,55 \cdot L + T)$             |                       |
| 70                | $0,00274 \cdot (0,4 \cdot L + T)$             |                       |
| 80                | $0,00138 \cdot (0,3 \cdot L + T)$             |                       |
| 100               | $0,000629 \cdot (0,23 \cdot L + T)$           |                       |
| 125               | $0,000327 \cdot (0,19 \cdot L + T)$           |                       |
| 150               | $0,000126 \cdot (0,15 \cdot L + T)$           |                       |

где  $L$  — длина участка, м;

$A$  — количество проходных тройников на участке, шт.;

$B$  — количество противоточных тройников на участке, шт.;

$C$  — количество поворотных тройников на участке, шт.;

$W$  — количество отводов на участке, шт.

### Пример расчета системы водяного отопления конторских помещений

Исходные данные для расчета:

- этажность здания — 17;
- высота этажа — 2,8 м;
- параметры теплоносителя в системе — 105—70 °C;
- параметры теплоносителя наружной сети — 120—70 °C;
- нагревательный прибор — конвектор "Универсал-ТБ";
- система отопления жилой части здания — опрокинутая;
- стены — панельные трехслойные,  $K_{\text{ст}} = 1,16 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$ ;
- окна — со спаренными переплетами.

#### 1. Расчет теплопотерь помещений

$Q = [I_{\text{ст}} \cdot h_{\text{эт}} \cdot K_{\text{ст}} + I_{\text{ок}} \cdot h_{\text{ок}} \cdot (K_{\text{пр}} - K_{\text{ст}})] \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot 1,08$ ,  
где 1,08 — коэффициент, учитывающий поправки на страны света;

$K_{\text{пр}}$  — см. табл. 3.3, 3.4.

$$Q_1 = [6,0 \cdot 2,8 \cdot 1,16 + 1,6 \cdot 1,5 \cdot (6,07 - 1,16)] \cdot (20 + 26) \cdot 1,08 = 1555 \text{ Вт}$$

$$Q_2 = [3,1 \cdot 2,8 \cdot 1,16 + 1,6 \cdot 1,5 \cdot (5,98 - 1,16)] \cdot (18 + 26) \cdot 1,08 = 1030 \text{ Вт}$$

$$Q_3 = [3,8 \cdot 2,8 \cdot 1,16 + 1,6 \cdot 1,5 \cdot (5,98 - 1,16)] \cdot (18 + 26) \cdot 1,08 = 1140 \text{ Вт}$$

2. Определение оптимального гидравлического сопротивления системы отопления жилой части здания

$$U = 1,15 \cdot \frac{120 - 105}{105 - 70} = 0,493;$$

$$H_{\text{мин}} = 420,4 \cdot 2,8 \cdot 17 = 20000 \text{ Па};$$

$$H_{\text{макс}} = \frac{700 \cdot 150}{(1 + 0,493)^2} = 47100 \text{ Па};$$

$$H_{\text{опт}} = \frac{H_{\text{макс}} + H_{\text{мин}}}{2} = 33555 \text{ Па}.$$

3. Определение суммарных теплопотерь и расхода теплоносителя горизонтальной ветки

$$Q_{\text{в}} = 1555 + 1030 + 1140 = 3725 \text{ Вт};$$

$$G = \frac{Q_{\text{в}} \cdot 0,86 \cdot 1,1}{t_1 - t_2} = \frac{3725 \cdot 0,86 \cdot 1,1}{105 - 70} = 100,7 \text{ кг/ч}.$$

4. Определение гидравлического сопротивления горизонтальной ветки

$H_{\text{в}} = S \cdot G^2$ ;  $L_{\text{в}} = 47 \text{ м}$ ; при двух проходных тройниках и 14 отводах задаем  $d = 15 \text{ мм}$ .

$$S = 1,08 \cdot (2,7 \cdot 47 + 2 + 1,3 \cdot 14) = 158,87;$$

$$H_{\text{в}} = \frac{158,87 \cdot 100,7^2}{10000} = 161 \text{ кг/м}^2.$$

#### 5. Расчет шайбы

$$d_{\text{ш}} = 10 \cdot \sqrt{\frac{G}{\sqrt{H}}} = 10 \cdot \sqrt{\frac{0,1007}{\sqrt{3,3555 - 0,161}}} = 2,4 \text{ мм}.$$

Принимаем  $d_{\text{ш}} = 3,0$  мм как минимальный.

6. Определение необходимой поверхности и марок нагревательных приборов

$$F = \frac{Q}{484,2 \cdot x \cdot y} - 0,9 \cdot p \cdot L; \quad N = \frac{F - 0,46}{0,23},$$

где  $F$  — необходимая поверхность конвектора “Универсал ТБ”, экм,

$N$  — расчетный номер конвектора “Универсал ТБ”,  
 $x$  — поправочный коэффициент на температур-  
ный напор:

$$x = \left( \frac{t_1 + t_2}{2} - t_n \right)^{1,3} = \left( \frac{105 + 70}{2} - 18 \right)^{1,3} = 0,9535;$$

$t_1, t_2$  — температура теплоносителя на входе и  
выходе из прибора, °С;  
 $t_n$  — температура помещения, °С;  
 $y$  — поправочный коэффициент на расход тепло-  
носителя:

$$y = \left( \frac{G}{360} - 0,07 \right)^{0,07} = \left( \frac{100,7}{360} - 0,07 \right)^{0,07} = 0,901;$$

$p$  — поверхность одного метра трубопровода, экм;  
 $L$  — длина трубопровода, м.

$$F = \frac{3725 \cdot 0,86}{484,2 \cdot 0,9535 \cdot 0,901} - 0,9 \cdot 0,114 \cdot 15 = 6,162 \text{ экм};$$

$$F_1 = \frac{6,162 \cdot 1555}{3725} = 2,57 \text{ экм};$$

$$N_1 = \frac{2,57 - 0,46}{0,23} = 9,17 \text{ (конвектор У-9п);}$$

$$F_2 = \frac{6,162 \cdot 1030}{3725} = 1,704 \text{ экм};$$

$$N_2 = \frac{1,704 - 0,46}{0,23} = 5,41 \text{ (конвектор У-6п);}$$

$$F_3 = \frac{6,162 \cdot 1140}{3725} = 1,89 \text{ экм};$$

$$N_3 = \frac{1,89 - 0,46}{0,23} = 6,2 \text{ (конвектор У-6).}$$

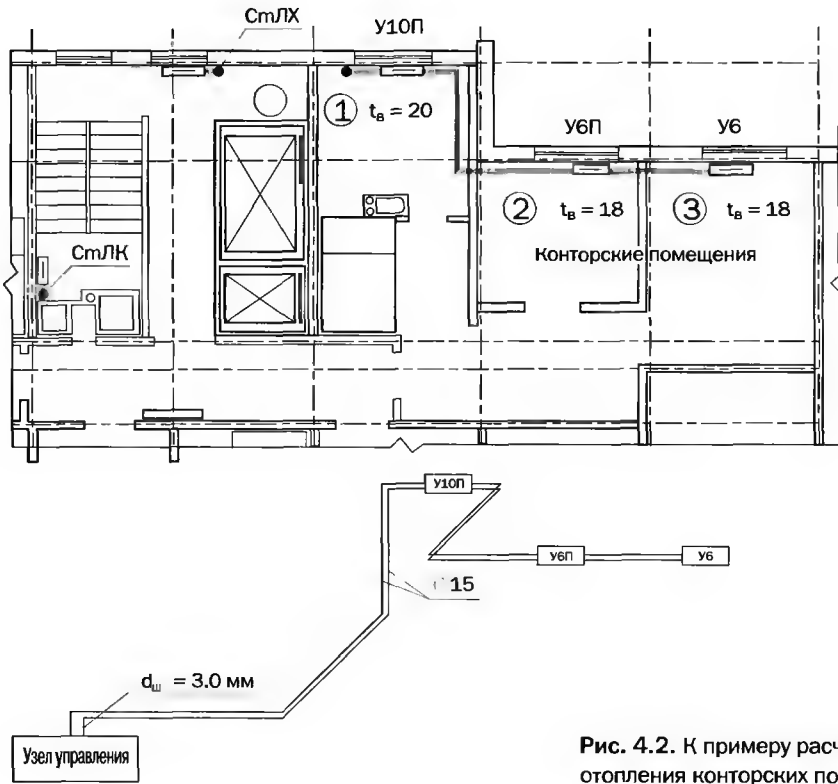


Рис. 4.2. К примеру расчета системы водяного  
отопления канторских помещений



## Расширительные баки

Расширительные баки используются для компенсации температурного увеличения объема воды в системе, а в насосных системах — и для автоматического включения подпиточного насоса в ЦТП или ИТП. Устанавливается один расширительный бак в самом высоком доме из числа зданий, обслуживаемых ЦТП, как правило в верхней части лестничной клетки. Расширительный бак должен быть установлен таким образом, чтобы исключить закипание воды на любом участке системы. В насосных системах расширительные баки присоединяются к обратной магистрали в техподполье.

По классической схеме обвязка расширительного бака включает кроме соединительной и переливной сигнальную и циркуляционную трубы. В современных системах автоматизация расширительных баков с помощью реле уровня и установка расширительных баков в отапливаемых помещениях позволяют отказаться от этих труб.

В гравитационных системах расширительный бак кроме функции компенсации температурного расширения воды выполняет также функцию воздухоудаления из системы отопления. Он устанавливается в высшей точке системы и присоединяется непосредственно к главному стояку.

Рабочая емкость расширительного бака  $V_p$  (емкость между верхним и нижним реле уровня), л, определяется по формуле

$$V_p = 0,03 \cdot V_o, \quad (4.9)$$

где  $V_o$  — емкость системы отопления, л.

В последние годы появились мембранные расширительные баки закрытого типа, которые лишены таких недостатков расширительных баков открытого типа как опасность перелива воды в нижерасположенные помещения и попадание атмосферного кислорода в систему отопления. Мембранные расширительные баки устанавливаются непосредственно в ЦТП или котельной.

Объем расширительного бака закрытого типа определяется по формуле

$$V_o = \frac{ec}{1 - \frac{P_i}{P_f}}, \quad (4.10)$$

где  $e$  — коэффициент объемного расширения воды (табл. 4.2);

$c$  — вместимость, л, системы отопления, включая вместимость труб, радиаторов, бойлеров, котла и т.д. (ориентировочно вместимость можно посчитать из условия 10—20 л на 1 кВт мощности);

$P_i$  — гидростатическое давление, атм, на расширительный сосуд в точке подключения к обратной магистрали с запасом ( $P_i = H + 5$  м вод. ст., где  $H$  — высота верхней точки системы отопления, м). При выборе бака его рабочее давление не должно быть ниже гидростатического давления с запасом (например, подающая магистраль проложена по чердаку на высоте 10 м, значит, давление в сосуде не должно быть ниже 1,5 ата),  $P_i = 10 + 5 = 15$  м вод.ст. (1,5 ата; 0,5 ати; 0,5 бар, 150 кПа);

$P_f$  — рабочее давление предохранительного клапана, оно должно быть обязательно выше  $P_i$ ; давление, на которое рассчитаны элементы системы — несколько заниженное.

### Пример:

$c = 500$  л — вместимость системы;

$e = 0,0359$  — коэффициент объемного расширения воды, взятый из табл. 4.2 для  $t = 90$  °С;

$P_i = 1,5$  атм (15 м вод.ст.; 0,5 бар; 0,5 ати);

$P_f = 5$  атм (500 кПа) — назначается по паспортным данным предохранительного клапана, выбранного по выдерживаемому радиаторами давлению 6 атм (600 кПа).

$$V_o = \frac{0,0359 \cdot 500}{1 - \frac{150}{500}} = 25,64 \text{ л.}$$

Рабочий объем бака  $V_o = 25,6$  л

К установке принимается бак (из табл. 4.3):

код — 301035;

чертеж — 507;

диаметр  $d_y = 402$  мм;

высота  $H = 402$  мм;

рабочее давление бака — 2,5 ата; (2,5 ати; 2,5 бар; 25 м вод.ст.), принято по паспортным данным выше  $P_i = 1,5$  ата.

Ниже приведены справочные данные по подбору мембранного расширительного бака закрытого типа фирмы Zilmet, Италия (табл. 4.2, 4.3).

- Примечания: 1. 3/4" — диаметр подключаемого трубопровода для баков V < 400 л;  
1" — диаметр подключаемого трубопровода для баков V = 500—600 л.
2. Максимальное рабочее давление бака с мембранной диафрагмой — 5 ата (4 ати; 4 бара; 50 м вод.ст.), т.е. для здания высотой 60 м расширительный бак мембранного типа не подойдет, следует применить бак с компрессорной установкой или открытый расширительный бак.
3. Между точкой подключения расширительного бака закрытого типа и котлом не должно быть никакой запорной арматуры.

Таблица 4.2

Коэффициент объемного расширения воды

| Температура, °С | е       | Температура, °С | е      |
|-----------------|---------|-----------------|--------|
| 0               | 0,00013 | 65              | 0,0198 |
| 10              | 0,00027 | 70              | 0,0227 |
| 20              | 0,00177 | 75              | 0,0258 |
| 30              | 0,00435 | 80              | 0,0290 |
| 40              | 0,00782 | 85              | 0,0324 |
| 50              | 0,01210 | 90              | 0,0359 |
| 55              | 0,01450 | 95              | 0,0396 |
| 60              | 0,01710 | 100             | 0,0434 |

Таблица 4.3

Расширительный бак закрытого типа

| Рабочий объем, л | Код оборудования (заказ) | Чертеж | Размер, мм     |      | Начальное давление в баке, ата |
|------------------|--------------------------|--------|----------------|------|--------------------------------|
|                  |                          |        | d <sub>y</sub> | H    |                                |
| 4                | 301004                   | 501    | 228            | 180  | 1,5                            |
| 8                | 301008                   | 502    | 228            | 295  |                                |
| 12               | 301012                   | 503    | 298            | 260  |                                |
| 18               | 301018                   | 504    | 298            | 365  | 2,0                            |
| 22               | 301022                   | 505    | 328            | 360  |                                |
| 25               | 301024                   | 506    | 328            | 405  |                                |
| 35               | 301035                   | 507    | 380            | 402  | 2,5                            |
| 50               | 301050                   | 508    | 380            | 537  | 3,0                            |
| 80               | 301080                   | 509    | 450            | 614  |                                |
| 105              | 301105                   | 510    | 500            | 668  |                                |
| 150              | 301150                   | 511    | 500            | 591  | 3,5                            |
| 200              | 301200                   | 512    | 600            | 860  |                                |
| 250              | 301250                   | 513    | 630            | 970  |                                |
| 300              | 301300                   | 514    | 630            | 1135 |                                |
| 400              | 30400                    | 515    | 630            | 1510 |                                |
| 500              | 301500                   | 516    | 750            | 1350 |                                |
| 600              | 301600                   | 517    | 750            | 1530 |                                |
| 750              | 301750                   | 575    | 750            | 1900 |                                |
| 1000             | 3011000                  | 576    | 1000           | 1900 |                                |

## Изоляция теплопроводов

Согласно п. 3.23 СНиП 2.04.05-91\* тепловую изоляцию следует предусматривать для трубопроводов систем отопления, прокладываемых в неотапливаемых помещениях, в местах, где возможно замерзание теплоносителя, в искусственно охлаждаемых помещениях, а также для предупреждения ожогов и конденсации влаги на трубопроводах.

Как правило, теплоизолируются подающие магистрали и главные стояки систем, причем для гравитационных систем изоляция главного стояка обязательна. Теплоизоляция обратных магистралей определяется экономическим обоснованием.

К теплоизоляции предъявляются следующие основные требования:

- низкий объемный вес в сочетании с низким коэффициентом теплопроводности;
- достаточная механическая прочность;
- температуроустойчивость;
- малая гигроскопичность;
- пожаро- и экологическая безопасность, в том числе под действием огня.

Большую роль при выборе изоляции играют скорость, удобство и простота ее монтажа.

В настоящее время рынок предлагает широкую гамму теплоизоляционных материалов и конструкций, от традиционных минераловатных цилиндров и полуцилиндров с покровным слоем из рулонного стеклопластика до высокоэффективной теплоизоляции «Термафлекс», отвечающей самым высоким требованиям.

## Возможность применения в жилых домах нетрадиционных для них систем отопления

О воздушном отоплении было сказано выше. Другие нетрадиционные системы отопления экспериментально опробуются в последние годы. Это в первую очередь системы напольного отопления, позволяющие обеспечить повышенные комфортные условия в помещении.

Напольное отопление может осуществляться с помощью замоноличенных в пол пластиковых труб или с помощью электрического нагревательного кабеля.

Напольное отопление с помощью замоноличенных пластиковых труб позволяет использовать низкотемпературные источники теплоты, в том числе «обратную» воду систем отопления, что повышает эффективность системы.

В напольных системах отопления в ванных комнатах и санузлах возможно использование воды из системы горячего водоснабжения с предпочтительным присоединением их к циркуляционным стоякам.

Напольное отопление с помощью нагревательного кабеля почти вдвое дешевле в монтаже, но уступает «теплым полам» с пластиковыми трубами по эксплуатационным расходам, поэтому может быть рекомендовано при льготных ночных тарифах на потребление электроэнергии.

Инфракрасное отопление — еще одна форма электроотопления, экспериментально опробованная в жилых домах. Ее преимущества: высокая комфортность за счет оптимального распределения температур по помещению, отсутствие циркуляции пыли, простота монтажа; недостаток — высокие эксплуатационные затраты.

## Теплоснабжение

Теплоснабжение жилых зданий может быть централизованным или автономным. Централизованное теплоснабжение осуществляется от ТЭЦ или районной котельной.

Автономное теплоснабжение производится от автономного источника теплоснабжения (АИТ) или индивидуального теплогенератора квартирных систем отопления.

Для жилых домов в качестве теплоносителя в системах централизованного теплоснабжения, как правило, используется высокотемпературная вода.

Системы централизованного теплоснабжения могут быть открытыми или закрытыми. В первом случае для горячего водоснабжения используется теплофикационная вода. В закрытых системах при-

соединения систем осуществляются через теплообменник. Система отопления жилого здания присоединяется к централизованной системе теплоснабжения по одной из следующих схем:

- через водоструйный элеватор;
- с помощью подмешивающего насоса;
- через теплообменник.

Внедрение систем отопления с автоматическим регулированием теплоотдачи нагревательных приборов с помощью термостатов привело к отказу от присоединения систем отопления с помощью водоструйных элеваторов, так как последние нормально работают лишь при постоянном расходе воды в системе.

До недавнего времени наиболее популярной была схема присоединения систем отопления жилых зданий через ЦТП, где в теплообменниках приготавливалась вода вторичного теплоснабжения, к которому присоединялись узлы управления секционных систем отопления жилого здания. ЦТП обслуживал группу жилых и общественных зданий.

В последнее время получило распространение подсоединение жилых зданий к системе централизованного теплоснабжения через ИТП. Это обусловлено появлением на наших рынках нового полностью автоматизированного малогабаритного оборудования, а также необходимостью учета теплопотребления.

В ИТП вода на нужды отопления и горячего водоснабжения приготавливается в пластинчатых теплообменниках, установленных непосредственно в здании.

Учет теплопотребления — неперенное условие энергосбережения, так как только финансовые соображения заставляют по-настоящему экономить тепло. Поэтому теплопотребляющие системы встроенно-пристроенных помещений целесообразно присоединять к внешним сетям через самостоятельные ИТП, не связанные с жилой частью здания.

В системах теплоснабжения, как правило, используется качественное регулирование теплоносителя, то есть поддержание постоянства расхода и изменения температур подающей и обратной воды по температурному графику (см. рис. 4.3).

Системы центрального теплоснабжения от ТЭЦ в крупных городах в некоторых случаях стали нецелесообразными: большая протяженность сетей приводит к значительным потерям теплоты, увели-

чению расходов на транспортировку теплоносителя, запаздываниям по температурному графику (теплоноситель доходит к потребителю через несколько часов после приготовления, а за это время может значительно измениться температура наружного воздуха). Кроме того, крупные ТЭЦ своими выбросами ухудшают экологию районов, в которых они расположены.

Теплосети требуют проведения плановых ремонтов, задержка которых может привести к крупным авариям, все чаще возникающим в последние годы.

При проектировании нового строительства следует также учитывать, что в некоторых случаях прокладка теплосети с устройством прокола под транспортной магистралью может стоить дороже строительства индивидуальной котельной.

В последнее время все чаще строят индивидуальные крышные котельные с легким маломощным полностью автоматизированным экологичным оборудованием. Они, в отличие от индивидуальных котельных, расположенных в подвалах, не нуждаются в высоких трубах, уродующих архитектурный облик города.

Требования к установкам индивидуальных теплогенераторов в малоэтажном строительстве изложены в главе 26.

Проектирование тепловых пунктов для жилых зданий и встроенно-пристроенных помещений жилых зданий должно вестись в соответствии со Сводом правил по проектированию и строительству СП 41-101-95 "Проектирование тепловых пунктов".

*В соответствии с этим документом*

- в тепловых пунктах предусматривается размещение оборудования, арматуры, приборов контроля, управления и автоматизации, посредством которого осуществляется:
  - преобразование параметров теплоносителя;
  - контроль параметров теплоносителя;
  - регулирование расхода теплоносителя и распределение его по системам потребления теплоты;
  - отключение систем потребления теплоты;
  - защита местных систем аварийного повышения параметров теплоносителя;



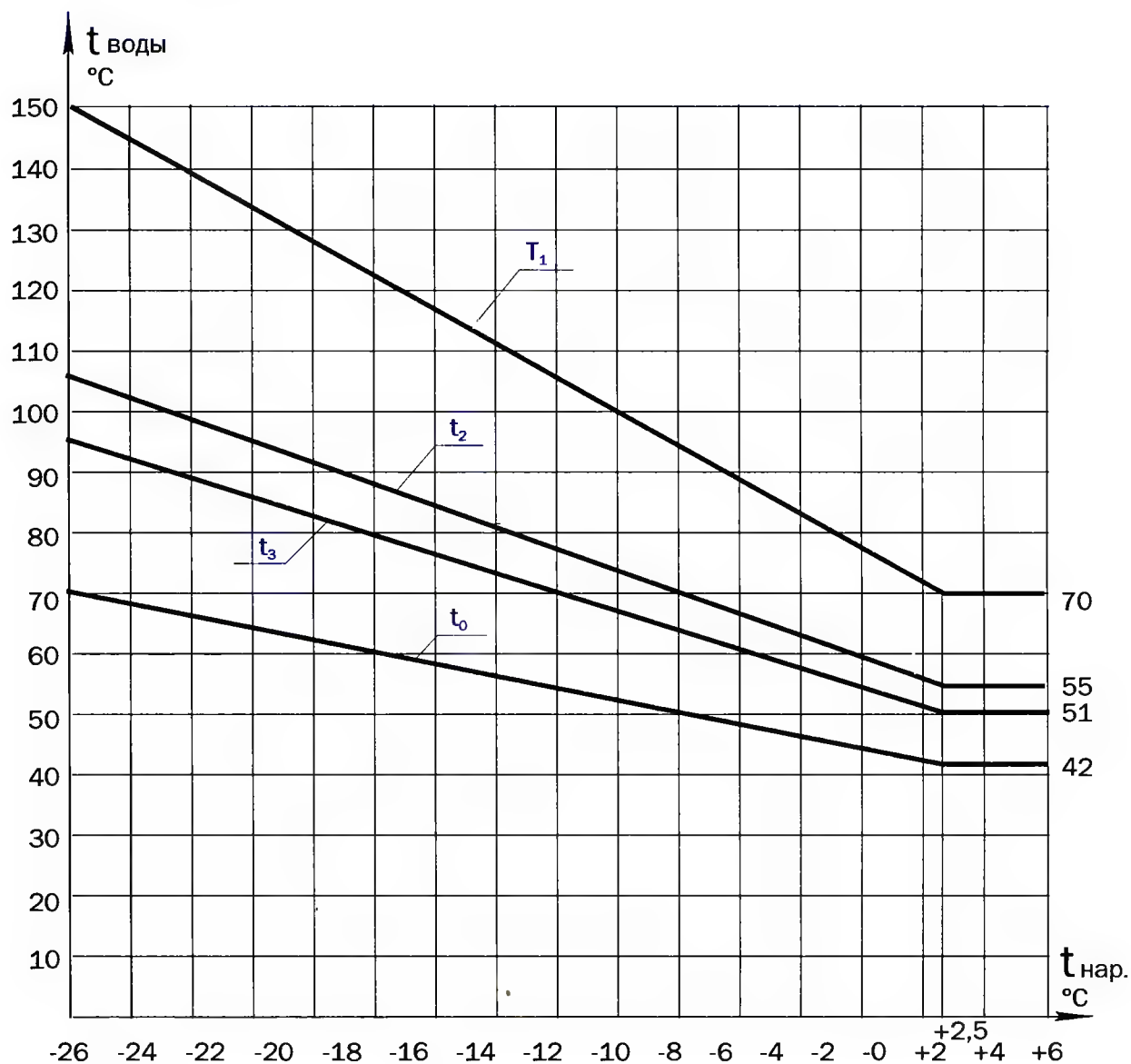


Рис. 4.3. Температурный график:

$T_1$  — температура подаваемой воды в теплосети;  $t_2$  — температура подаваемой воды в местной системе отопления (при 105–70  $^{\circ}\text{C}$ );  $t_3$  — температура подаваемой воды в местной системе отопления (при 95–70  $^{\circ}\text{C}$ );  $t_0$  — температура обратной воды в местной системе отопления.

- устройство ИТП обязательно для каждого здания и хозяина встроенно-пристроенных помещений независимо от наличия ЦТП. При этом в ИТП предусматриваются только те функции, которые необходимы для присоединения систем потребления теплоты данного здания (встроенно-пристроенного помещения) и не предусмотрены в ЦТП;
- для жилых зданий необходимость устройства ЦТП определяется конкретными условиями теплоснабжения района строительства на основании технико-экономических расчетов;
- тепловые пункты по размещению подразделяются на отдельно стоящие, пристроенные к зданиям и сооружениям и встроенные в здания;
- смесительные насосы для систем отопления устанавливаются:
  - а) на перемычке между подающим и обратным трубопроводами при располагаемом напоре перед узлом смешения, достаточным для преодоления гидравлического сопротивления систем отопления и тепловых сетей после ЦТП, и при давлении в обратном трубопроводе тепловой сети после теплового пункта не менее чем на 0,05 МПа выше статического давления в системе отопления;
  - б) на обратном трубопроводе перед узлом смешения или на подающем трубопроводе после узла смешения при располагаемом напоре перед узлом смешения, достаточном для преодоления гидравлического сопротивления, указанного в подпункте "а";
- циркуляционные насосы при независимой системе теплоснабжения устанавливаются на обратном трубопроводе перед водоподогревателем;
- грязевики в тепловых пунктах следует предусматривать:
  - на подающем трубопроводе при вводе в тепловой пункт непосредственно после первой запорной арматуры;
  - на обратном трубопроводе перед регулирующими устройствами, насосами, приборами учета расхода воды.
- перед механическими водосчетчиками и пластинчатыми водоподогревателями по ходу воды следует устанавливать сетчатые ферромагнитные фильтры; для трубопроводов, арматуры,

оборудования и фланцевых соединений должна предусматриваться тепловая изоляция, обеспечивающая температуру на поверхности теплоизоляционной конструкции для теплоносителей с температурой выше 100 °С — не более 45 °С, а с температурой ниже 100 °С — не более 35 °С.

При проектировании тепловой изоляции оборудования и трубопроводов тепловых пунктов должны выполняться требования СНиП 2.04.14-88 "Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов";

- средства автоматизации и контроля должны обеспечивать работу тепловых пунктов без постоянного обслуживающего персонала; автоматизация тепловых пунктов должна обеспечивать:

поддержание заданной температуры воды, поступающей в систему горячего водоснабжения;

регулирование подачи теплоты в системы отопления в зависимости от изменения параметров наружного воздуха с целью поддержания заданной температурой воздуха в отапливаемых помещениях;

поддержание требуемого перепада давлений воды в подающем и обратном трубопроводах тепловых сетей на вводе в ЦТП и ИТП при превышении фактического перепада давлений над требуемым более чем на 200 кПа;

минимальное заданное давление в обратном трубопроводе системы отопления при возможном снижении давления;

включение и выключение подпиточных устройств для поддержания статического давления в системах теплопотребления при их независимом присоединении;

защиту систем отопления от опорожнения.

Для учета расхода тепловых потоков потребителями должны предусматриваться приборы учета тепловой энергии в соответствии с "Правилами учета отпуска тепловой энергии".

Тепловые пункты, оборудуемые насосами, не допускается размещать смежно под или над помещениями жилых квартир, за исключением тех пунктов, где устанавливаются бесфундаментные насосы, обеспечивающие уровень звукового давления в смежных помещениях, не превышающий допустимого по СНиП 11 - 12 - 77.

## Глава 5. Вентиляция

**Основная задача систем вентиляции — подача в помещения наружного свежего воздуха для разбавления и замещения загрязненного.**

### Вентиляция с естественным побуждением

В жилых зданиях в основном проектируются системы естественной вентиляции.

В квартирах воздухообмен осуществляется следующим образом: приток свежего воздуха (неорганизованный) — через неплотности в оконных рамах, открывающиеся фрамуги и форточки, через установленные в стенах, оконных рамах или коробках специальные клапаны (в том числе в шумозащитном исполнении). Такой воздухообмен происходит за счет гравитационного давления вследствие разности температур наружного и внутреннего воздуха, а также под воздействием ветра.

Приточный воздух поступает в жилые комнаты и кухню, а через щели между полом и нижней частью дверей (высота щели должна быть 5 см) — в ванную комнату и туалет, нагревается и загрязняется продуктами жизнедеятельности людей. Затем отработанный воздух удаляется из квартиры через вытяжные решетки под потолком помещений, установленные в вентиляционных блоках, каналах или воздуховодах.

Для удаления воздуха проектируются сборные вертикальные каналы с подключаемыми к ним индивидуальными каналами-спутниками, в которых устанавливаются вытяжные решетки. Для двух последних этажей, на которых естественная вытяжка через сборный вытяжной канал наименее эффективна (так как располагаемое давление, определяемое величиной  $H : (\gamma_n - \gamma_v)$ , мало вследствие небольшой высоты верхней части сборного вытяжного канала), проектируются самостоятельные (индивидуальные) вытяжные каналы (вентблоки).

Расчет вытяжной вентиляции производится с учетом условий переходного периода при температуре

приточного воздуха  $+5^\circ\text{C}$ , и отсутствии ветра. Система естественной вентиляции рассчитывается на удаление из каждой квартиры нормативного количества воздуха.

Известно, что аэродинамический режим здания (особенно повышенной этажности) таков, что нижние этажи работают на приток, а верхние на вытяжку. Кроме того, при определенном направлении и скорости ветра на верхних этажах может возникнуть «опрокидывание тяги» (с заветренной стороны).

Практика эксплуатации жилых зданий повышенной этажности показала, что на двух последних этажах в вентиляционных каналах кухонь и санузлов необходимо устанавливать малогабаритные осевые вентиляторы, рассчитанные на работу в летнее время. Это отражено в последней редакции МГСН «Жилые здания».

Жилые многоэтажные здания, как правило, проектируются с «теплыми чердаками». Сборные вытяжные каналы выходят на «теплый чердак», где устанавливаются общие (для нескольких каналов) вытяжные шахты с зонтами (для предотвращения попадания на чердак и в каналы осадков) или без зонтов, но с поддонами для сбора влаги.

Сборные вертикальные каналы обычно выполняются из поэтажных блоков промышленного изготовления, как правило гипсобетонных. В кирпичных зданиях сборные каналы и каналы-спутники выполняются, как правило, непосредственно в стене. В зданиях с большой высотой этажа, где применение промышленных поэтажных блоков невозможно, а также в домах, возводимых по индивидуальным проектам, предусматриваются металлические вытяжные воздуховоды с подсоединением к ним воздуховодов-спутников по схеме «через этаж». На воздуховоды наносится противопожарная изоляция с пределом огнестойкости 0,5 ч или их обкладывают кирпичом.

Выпуск воздуха из «теплого чердака» в атмосферу происходит через общую вытяжную шахту для

всех квартир одной секции дома. Не допускается устройство общей вытяжной шахты для квартир разных секций дома, а также устройство нескольких вытяжных шахт на одну секцию жилого дома.

В домах с холодным чердаком выпуск воздуха из вентблока верхнего этажа в атмосферу осуществляется через самостоятельные вытяжные шахты.

Вытяжка из техподполья должна происходить через самостоятельные вертикальные каналы. При наличии в техподполье газопровода объем вытяжки должен соответствовать однократному воздухообмену. При отсутствии газопроводов воздух из вытяжного канала техподполья может выпускаться непосредственно в «теплый чердак». Объем вытяжки из техподполья должен соответствовать в этом случае полукратному воздухообмену.

На выпусках воздуха в «теплый чердак» из вентблоков устанавливаются диффузоры (оголовки вентблоков).

В связи с проектированием в последние годы «теплых домов» с герметичными оконными переплетами и трехслойными стеклопакетами естественная вентиляция становится неэффективной из-за полного отсутствия или ограниченного поступления инфильтрационного воздуха.

Во многих индивидуальных жилых домах по желанию заказчика проектируются системы механической вытяжной, приточной вентиляции и даже кондиционирования воздуха (в домах 1-й категории комфорта).

Принципиальные схемы естественной вытяжной вентиляции многоэтажных жилых домов приведены на рис. 5.1.

### **Вентиляция с механическим побуждением**

В последнее время в связи с необходимостью решения проблемы энергосбережения применение механической вентиляции стало актуальным. Это вызвано тем, что установка окон с высокими значениями сопротивления воздухопроницанию приводит к снижению воздухопроизводительности естественной вентиляции. Кроме того, дальнейшее повышение показателей энергосбережения возможно только при утилизации теплоты вытяжного воздуха, а для этого необходима приточно-вытяжная механическая вентиляция.

Известен зарубежный опыт использования систем механической вентиляции в жилых домах. Попытки применения механической вентиляции в массовом жилищном строительстве в нашей стране делались и раньше, в частности в отдельных экспериментальных домах при застройке Новых Черемушек, Северного Чертанова и в домах серии И-700А. Эксплуатация вентиляции этих зданий (которая, кстати, не выдерживает никакой критики) выявила ряд проблем. Во-первых, возникли вопросы по использованию сборных конструкций, так как стыки вентблоков не обеспечивали необходимой герметичности и самопроизвольные подсосы воздуха сводили на нет эффективность вентиляции. Во-вторых, центральные системы вентиляции в зданиях повышенной этажности (И-700А — 22 этажа) требовали установки вентиляторов высокой производительности, которые не соответствовали нормативным требованиям по распространению вибрации и шума. В-третьих, для эксплуатации этих установок требовался квалифицированный персонал и современное сервисное оборудование, что не могло быть обеспечено при массовом жилищном строительстве в те годы.

Механическую вентиляцию в жилищном строительстве можно подразделить на: а) центральную и местную; б) вытяжную и приточно-вытяжную.

### **Механическая вытяжная вентиляция последних двух этажей**

В СНиП 2.04.05-86, отмененных введением в действие СНиП 2.04.05-91, содержалось требование о механической вытяжной вентиляции на последних двух этажах многоэтажных зданий. В последних изданиях СНиП «Отопление, вентиляция и кондиционирование» с применением «теплых чердаков» оно уже отсутствовало.

Однако в связи с применением герметичных оконных переплетов на совместном совещании ОАО «Моспроект» и МНИИТЭП было принято решение, которое нашло отражение в указании № 15 от 28 июня 2000 г. ОАО «Моспроект» и внесено в МГСН 3.01-01. Этим решением восстанавливалось требование о механической вентиляции последних двух этажей. Для этого в вытяжных каналах квартир вместо решеток





устанавливаются малогабаритные малощумные вентиляторы. Установка таких вентиляторов в квартирах на других этажах возможна при условии устройства самостоятельных каналов для каждой квартиры (рис. 5.1). При этом объединение индивидуальных каналов в общий недопустимо.

### Центральная механическая вытяжная вентиляция

Вытяжные каналы из кухонь и санузлов квартир выводятся на чердак здания (рис. 5.2), где они объединяются сборными воздуховодами и подводятся к центральной вытяжной герметичной камере. В вентиляционной камере располагается рабочий и резервный вентиляторы и устройства шумоглушения. Шумоглушители устанавливаются также и на оголовках вытяжных каналов для того, чтобы шумы высокого уровня с чердака не передавались по вытяжным каналам в квартиры.

Для снижения шума в ночные часы один из вентиляторов предусматривается тихходным и автоматически включается по реле времени. В утренние и вечерние часы также автоматически включается вентилятор с повышенной производительностью. По сигналу пожара оба вентилятора отключаются. Для снижения вибрационных воздействий от работающих вентиляторов последние устанавливаются на виброизолированной «плавающей плите».

Возможна схема совмещения механической вытяжной вентиляции с естественной вентиляцией по принципу «теплого чердака» (рис. 5.3). При этой схеме вытяжной воздух вертикальными каналами выводится на «теплый чердак», откуда выбрасывается в атмосферу через центральную вытяжную шахту либо одним, либо несколькими крышными вентиляторами, снабженными камерой глушения. На рис. 5.1 приведены и другие возможные схемы механической вытяжной вентиляции.

### Приточно-вытяжная вентиляция

Схема вытяжной механической вентиляции, совмещенной с естественной, может быть дополнена приточной установкой, расположенной там же, на чердаке. Приточная установка очищает наружный

воздух в фильтре, подогревает его вытяжным воздухом в рекуперативном теплообменнике, догревает калорифером и подает его либо непосредственно в квартиры, либо в лифтовые холлы. При этом в квартирах создается подпор, что исключает инфильтрацию воздуха.

Приточно-вытяжная вентиляция может быть и квартирной. При этой схеме (рис. 5.4) вытяжной, приточный вентиляторы и теплообменник располагаются в герметичной камере непосредственно в квартире. Если квартира выходит на два фасада, то может быть использована схема утилизации теплоты солнечной радиации помещений, выходящих на освещенный фасад.

Квартирные системы приточно-вытяжной вентиляции могут быть дополнены сплит-системой, что позволит обеспечить комфортные условия в помещениях в теплый период года.

### Механическая приточная вентиляция, совмещенная с воздушным отоплением

Такие системы в жилых зданиях могут быть как центральными, так и квартирными, но предпочтение следует отдать квартирным как более экономичным, благодаря возможности использования частичной рециркуляции воздуха.

Отопление осуществляется за счет перегрева приточного воздуха. Температура приточного воздуха не должна превышать 45 °С.

Минимальный расход приточного воздуха для воздушного отопления определяется по формуле

$$G_0 = 3,6 \cdot \left( \frac{Q_{\text{тн}}}{c \cdot (t_r - t_b)} \right), \quad (5.1)$$

где  $G_0$  — расход приточного воздуха, кг/ч;

$Q_{\text{тн}}$  — теплотери помещения, Вт;

$c$  — удельная массовая теплоемкость воздуха, кДж/(кг·К);

$t_r$  и  $t_b$  — температуры нагретого воздуха и внутренняя в отапливаемом помещении, °С.

Расход приточного воздуха в таких системах должен быть принят по большей величине потребности на нужды отопления и вентиляции, с корректировкой (при необходимости) температуры приточного воздуха.

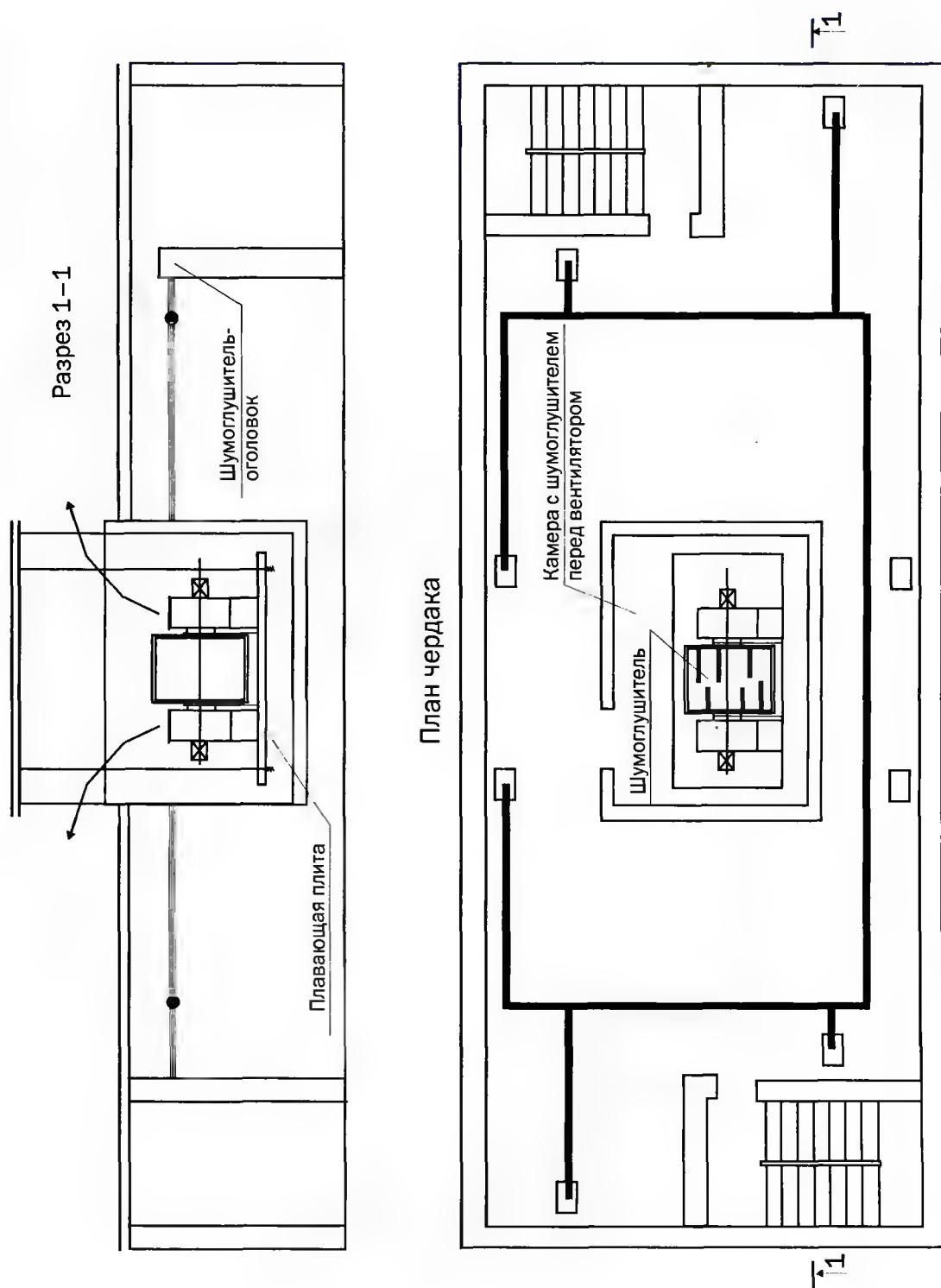


Рис. 5.2. Схема размещения вентиляционных каналов и оборудования на чердаке при устройстве центральной механической вытяжной вентиляции

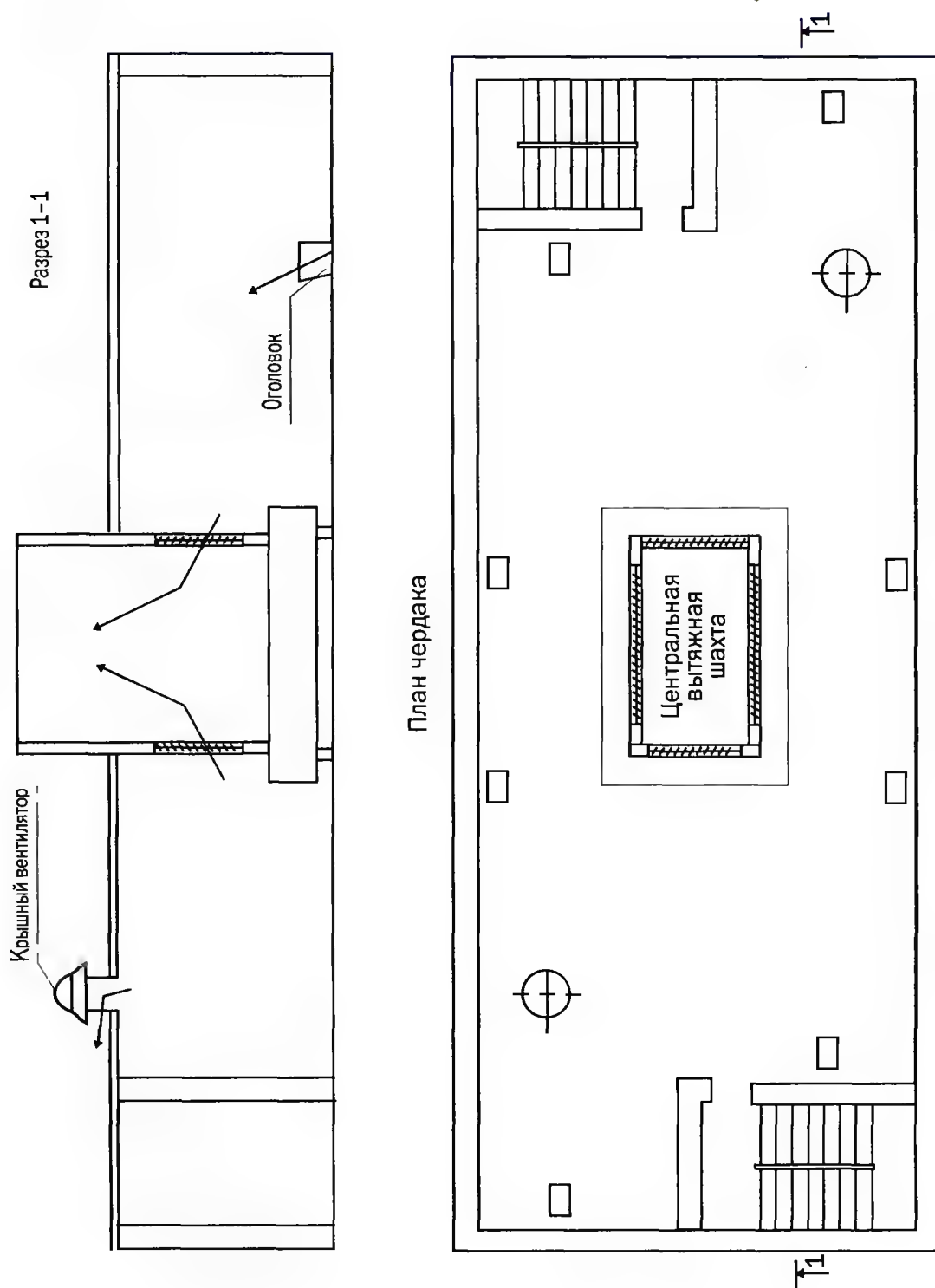


Рис. 5.3. Схема совмещения механической вытяжной вентиляции с естественной (по принципу "теплого чердака")



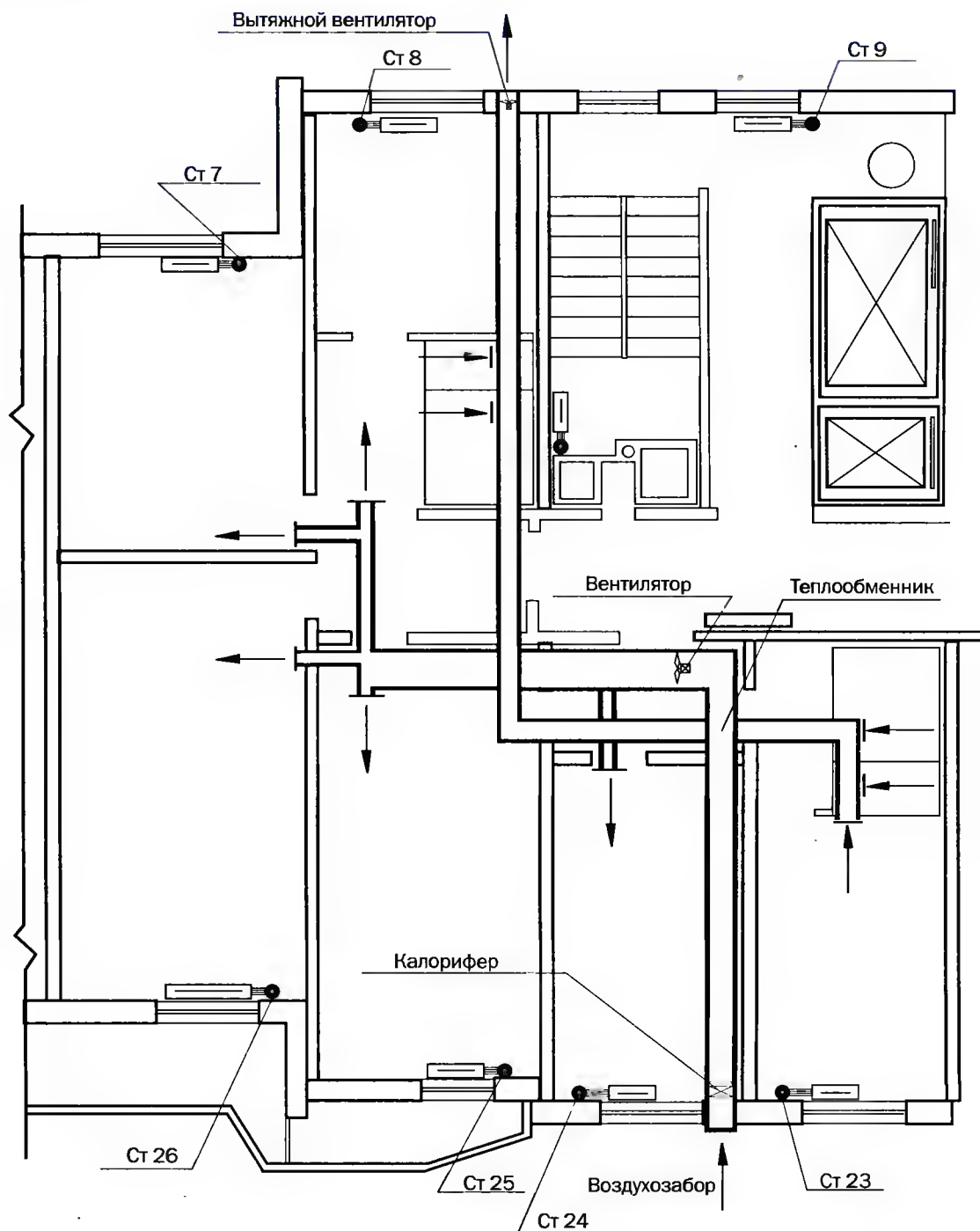


Рис. 5.4. Схема квартирной приточно-вытяжной вентиляции

## Вентиляция машинных отделений лифтов (МОЛ)

Расчет вентиляции машинных отделений лифтов следует производить по теплоизбыткам. Тепловыделения от электродвигателей, обеспечивающих работу лифтов в здании, происходят в шахтах лифтов и помещениях МОЛ.

При проектировании вентиляции МОЛ следует придерживаться следующего порядка:

1. Специалисты по проектированию вертикального транспорта выдают задание на проектирование вентиляции МОЛ. В задании должны быть указаны:

- температура воздуха в МОЛ;
- установленная мощность электродвигателей;
- коэффициент (или процент) перехода мощности в тепло;
- коэффициенты загрузки и одновременности;
- дополнительные требования к вентиляции.

2. Для помещений МОЛ, как правило, следует предусматривать системы естественной вентиляции.

3. Системы механической вентиляции проектируются в исключительных случаях, обусловленных конструкцией лифтов и при соответствующих требованиях эксплуатационной организации или заказчика.

## Глава 6. Расчет воздухообменов во встроенно-пристроенных помещениях

### Общая часть

В данной главе приведены методики расчета тепло- и влагоизбытков, представлены характеристики источников тепло- и влаговыведений, характерных для различных встроенных и встроенно-пристроенных помещений; рассмотрен расчет воздухообменов по избыткам вредностей.

Характеристики вредностей, специфических для отдельных типов помещений, определяются по данным соответствующих глав раздела II настоящего справочного пособия.

Воздухообмен при общеобменной вентиляции помещений определяется по избыткам полного тепла, явного тепла, влаговыведениям, выделением вредных газов и паров для трех периодов года: теплого, переходного и холодного, а при кондиционировании воздуха — только для теплого и холодного. Соотношения между теплоизбытками полной и явной теплоты, а также влагоизбытками определяются формулой

$$Q_n = Q_{\text{я}} + \frac{M_{\text{вл}}}{3,6 \cdot (2500 + 1,8 \cdot t_{\text{исп}})}, \quad (6.1)$$

где  $Q_n$  — избытки полной теплоты, Вт;

$Q_{\text{я}}$  — избытки явной теплоты, Вт;

$M_{\text{вл}}$  — избытки влаги, кг/ч;

$t_{\text{исп}}$  — температура, при которой испаряется влага, °С.

### Расчет поступлений тепла в помещения

Расчетные тепловые нагрузки на системы вентиляции складываются из тепlopоступлений от различных источников. При расчетах для определения максимальной тепловой нагрузки следует задавать одно-временные тепlopоступления от всех источников.

### ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯ ОТ ЛЮДЕЙ

От людей в помещения поступает явная теплота (за счет лучисто-конвективного теплообмена с воздухом и поверхностями помещения) и скрытая теплота (выделяемая с влагой выдыхаемого воздуха и за счет испарений с поверхности кожи). Полная теплота равна сумме явной и скрытой теплоты. Тепlopоступления от людей определяются тепlopродукцией, зависящей от тяжести выполняемой работы; температурой и влажностью окружающего воздуха, его подвижностью; теплоизолирующими свойствами одежды и ее паропроницаемостью; особенностями терморегуляции самого человека. Тепlopродукция человека и его способность к терморегуляции зависят от пола и возраста.

В табл. 6.1 приведены данные о тепловыделениях взрослого мужчины в легкой одежде при различных температурах воздуха в помещении и различных видах деятельности. Тепlopоступления от женщин считаются равными 85% от величины, указанной в табл. 6.1, от детей до 10 лет — 75%. Тепlopоступления от людей в верхней одежде следует вводить в расчет с коэффициентом 0,75.

Применительно к встроенным и встроенно-пристроенным в жилое здание помещениям трудовую деятельность находящихся в них людей можно отнести к следующим категориям:

- состояние покоя: зрители в досуговых клубах, ожидающие посетители различных учреждений и т.п.;
- легкая работа: сидячая работа в мастерских, персонала поликлиник, покупателей магазинов, посетителей кафе и т.п.;
- работа средней тяжести: стоячая работа персонала магазинов, кафе, столовых, мастерских и т.д.

Следует суммировать тепlopоступления от людей, занятых трудовой деятельностью различных катего-

Таблица 6.1

Количество теплоты и влаги, выделяемых взрослым человеком

| Температура воздуха, °С | Количество теплоты, Вт |                      |                   | Влажность, г/кг |
|-------------------------|------------------------|----------------------|-------------------|-----------------|
|                         | явной<br>$q_{я}$       | скрытой<br>$q_{скр}$ | полной<br>$q_{п}$ |                 |
| Состояние покоя         |                        |                      |                   |                 |
| 15                      | 120                    | 25                   | 145               | 10              |
| 20                      | 90                     | 30                   | 120               | 10              |
| 25                      | 60                     | 35                   | 95                | 10              |
| 30                      | 40                     | 55                   | 95                | 75              |
| 35                      | 10                     | 85                   | 95                | 115             |
| Легкая работа           |                        |                      |                   |                 |
| 15                      | 120                    | 40                   | 160               | 10              |
| 20                      | 100                    | 50                   | 150               | 10              |
| 25                      | 65                     | 80                   | 145               | 115             |
| 30                      | 40                     | 105                  | 145               | 150             |
| 35                      | 5                      | 140                  | 145               | 210             |
| Работа средней тяжести  |                        |                      |                   |                 |
| 15                      | 135                    | 75                   | 210               | 110             |
| 20                      | 105                    | 100                  | 205               | 140             |
| 25                      | 70                     | 130                  | 200               | 185             |
| 30                      | 40                     | 160                  | 200               | 240             |
| 35                      | 5                      | 195                  | 200               | 300             |

рий и находящихся в одном помещении. Например, для определения избытков явного тепла  $Q_{люд.я}$ , Вт:

$$Q_{люд.я} = q_{я, пок} \cdot n_{пок} + q_{я, л} \cdot n_{л} + q_{я, ср} \cdot n_{ср}, \quad (6.2)$$

где:  $q_{я, пок}$ ,  $q_{я, л}$ ,  $q_{я, ср}$  — количество явной теплоты, выделяемой человеком соответственно в покое, при легкой работе и при работе средней тяжести, Вт/(ч-чел) по табл. 6.1;

$n_{пок}$ ,  $n_{л}$ ,  $n_{ср}$  — число людей, соответственно находящихся в покое, занятых легкой работой и работой средней тяжести.

### ПОСТУПЛЕНИЯ ТЕПЛОТЫ С ИНФИЛЬТРУЮЩИМСЯ ВОЗДУХОМ

В кондиционируемых помещениях во избежание инфильтрации наружного воздуха в теплый период года и перетекания в них воздуха из смежных некондиционируемых помещений целесообразно поддерживать более высокое полное давление (подпор воздуха).

Если по требованиям нормативных документов, или на основании экономических, эксплуатационных соображений указанная выше рекомендация не может быть выполнена, то для кондиционируемых помещений следует учитывать поступление теплоты от инфильтрующегося воздуха  $Q_{инф}$ , Вт, через неплотности в световых проемах, балконных две-



рях, наружных дверях, ведущих непосредственно в кондиционируемое помещение, а также в дверях в смежных некондиционируемых помещениях в теплый период года:

$$Q_{\text{инф}} = 0,28 \cdot G_{\text{ок}} \cdot c \cdot (t_{\text{н}} - t_{\text{в}}), \quad (6.3)$$

где  $G_{\text{ок}}$  — расход воздуха, кг/(ч · м²), проникающего через окна или балконные двери. В помещениях со сбалансированной вентиляцией, как правило, в расчет принимается только расход воздуха, инфильтрующегося через неплотности в наружных ограждениях, определяемый по формуле:

$$G_{\text{ок}} = A_{\text{ок}} / R_{\text{и}}; \quad (6.4)$$

$A_{\text{ок}}$  — площадь окна или балконной двери;

$R_{\text{и}}$  — сопротивление воздухопроницанию окна или балконной двери, м² · ч/кг, при разности давлений по обе стороны конструкции 10 Па определяется по сертификату на применяемые окна;

$c$  — удельная теплоемкость воздуха, равная 1,005 кДж/(кг · °С);

$t_{\text{н}}$  — расчетная температура проникающего воздуха через каждое воздухопроницаемое ограждение, °С;

$t_{\text{в}}$  — расчетная температура воздуха в помещении, °С.

В помещениях, в которых вытяжка превалирует над притоком, расход инфильтрующегося воздуха в теплый период года принимается равным разности расходов вытяжки и притока и делится между отдельными как наружными, так и внутренними ограждениями в пропорции, обратной сопротивлениям воздухопроницанию этих ограждений (в холодный период года поступления холодного инфильтрационного воздуха учитываются в теплотерях здания, как это указано в гл. 3).

### ТЕЛОПОСТУПЛЕНИЯ ОТ ИСТОЧНИКОВ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Считается, что вся затраченная на освещение энергия переходит в теплоту.

Количество тепла, выделяемое источниками ис-

кусственного освещения, определяют по электрической мощности светильников. В тех случаях, когда мощность светильников известна, тепловыделения от источников света  $Q_{\text{осв}}$ , Вт, можно определить по формуле:

$$Q_{\text{осв}} = N_{\text{осв}} \cdot \eta_{\text{осв}}, \quad (6.5)$$

если мощность светильников не известна,

$$Q_{\text{осв}} = q_{\text{осв}} \cdot A_{\text{пл}} \cdot \eta_{\text{осв}}, \quad (6.6)$$

где  $N_{\text{осв}}$  — установленная мощность освещения, Вт;

$q_{\text{осв}}$  — максимально допустимая удельная установленная мощность светильника, Вт/м². Определяется по табл. 6.2;

$A_{\text{пл}}$  — площадь пола, м²;

$\eta_{\text{осв}}$  — доля тепла, поступающая от светильника в различные зоны помещения, определяется по табл. 6.3. Если в помещение предусматривается подача приточного воздуха, не возмущающая верхнюю зону помещения, из которой осуществляется вытяжка, то  $\eta_{\text{осв}}$  можно определить по графе 3 табл. 6.3. В противном случае следует считать все тепло поступающим в помещение ( $\eta_{\text{осв}}$  определяется по графе 2 табл. 6.3). Если светильник расположен в пределах вентилируемого подшивного потолка или чердака,  $\eta_{\text{осв}}$  определяется по графе 4 табл. 6.3 вне зависимости от схемы подачи и удаления воздуха из помещения. При установке вентилируемых плафонов, через которые осуществляется вытяжка,  $\eta_{\text{осв}}$  определяется по графе 5 табл. 6.3.

### ТЕЛОПОСТУПЛЕНИЯ ЧЕРЕЗ ЗАПОЛНЕНИЕ СВЕТОВЫХ ПРОЕМОВ

Максимальные тепlopоступления от солнечной радиации через окна, фонари, витражи, остекленные части балконных и входных дверей в здание  $Q_{\text{с.р}}$ , Вт, происходят в периоды максимального солнечного облучения наружной поверхности соответствующего ограждения. Эти поступления теплоты складываются из тепла солнечной радиации, непосредственно прошедшей через остекленную часть

Таблица 6.2

Максимальная удельная установленная мощность освещения  $q_{\text{осв}}$ , Вт/м<sup>2</sup>

| Наименование помещения                                                                                                                                       | $q_{\text{осв}}$ , Вт/м <sup>2</sup> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Кабинеты и рабочие комнаты, офисы, машинописные бюро                                                                                                         | 20                                   |
| Проектные комнаты и залы, конструкторские и чертежные бюро                                                                                                   | 35                                   |
| Помещения для ксерокопирования, электрофотографирования и т.п.                                                                                               | 25                                   |
| Помещения для работы с дисплеями, видеотерминалами, мониторами, серверные, помещения межбанковских электронных расчетов, помещения для электронной почты     | 25                                   |
| Читальные залы                                                                                                                                               | 20                                   |
| Операционные и кассовые залы банковских и страховых учреждений                                                                                               | 35                                   |
| Помещения отдела инкассации                                                                                                                                  | 20                                   |
| Классные комнаты, аудитории, учебные кабинеты, лаборатории, лаборантские, кабинеты информатики и вычислительной техники различных образовательных учреждений | 25                                   |
| Групповые, игральные, столовые, комнаты для музыкальных и гимнастических занятий детских дошкольных учреждений                                               | 25                                   |
| Обеденные залы столовых, закусочных, кафетериев, буфетов, ресторанов 2-й категории                                                                           | 14                                   |
| Обеденные залы ресторанов 1-й категории                                                                                                                      | 20                                   |
| Помещения приготовления пищи, резки хлеба, моечные                                                                                                           | 25                                   |
| Залы парикмахерских                                                                                                                                          | 25                                   |
| Мастерские по ремонту часов, ювелирных изделий, радиоаппаратуры, бытовых машин и приборов, пошивочные, обувные:                                              |                                      |
| ● общее освещение                                                                                                                                            | 20                                   |
| ● на рабочем месте                                                                                                                                           | 32                                   |
| Залы обслуживания посетителей аптек                                                                                                                          | 14                                   |
| Репетиционные залы досуговых и любительских клубов                                                                                                           | 11                                   |
| Зрительные залы клубов                                                                                                                                       | 12                                   |
| Торговые залы магазинов:                                                                                                                                     |                                      |
| ● супермаркетов                                                                                                                                              | 35                                   |
| ● продовольственных                                                                                                                                          | 25                                   |
| ● промтоварных                                                                                                                                               | 20                                   |
| ● хозяйственных                                                                                                                                              | 14                                   |
| Помещения хранения автомобилей                                                                                                                               | 10                                   |

Таблица 6.3

Доли тепла,  $\eta_{\text{осв}}$ , излучаемого источником света, поступающие в рабочую (числитель) и верхнюю (знаменатель) зоны помещения

| Тип источника освещения | Средний удельный световой поток |                      |                           |                             |
|-------------------------|---------------------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------------|
|                         | рабочая зона                    | 0,5 м от поверхности | от поверхности потолка до | концентрируемый светоточкой |
| 1                       | 2                               | 3                    | 4                         | 5                           |
| Лампы накаливания       | 1/0                             | 0,9/0,1              | 0,85/0,15 <sup>1</sup>    | 0,8/0,2                     |
| Люминесцентные лампы    | 1/0                             | 0,7/0,3              | 0,6/0,4 <sup>1</sup>      | 0,5/0,5                     |

<sup>1</sup> В знаменателе указана доля тепла, поступающая в пространство подшивного потолка.

конструкции ограждения  $Q_{\text{пр}}$  и из теплового потока за счет теплопередачи через заполнение  $Q_{\text{т.п.}}$

$$Q_{\text{с.р}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{т.п.}} \quad (6.7)$$

Первое слагаемое этой суммы находим по формуле

$$Q_{\text{пр}} = (q_{\text{п}} \cdot K_{\text{инс}} + q_{\text{р}} \cdot K_{\text{обл}}) \cdot A_{\text{ок}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3, \quad (6.8)$$

где:  $q_{\text{п}}$ ,  $q_{\text{р}}$  — максимальная интенсивность прямой и рассеянной солнечной радиации, падающей на светопроем, Вт/м<sup>2</sup>. В зависимости от географической широты района строительства и ориентации ограждения определяется по табл. 6.4;

$A_{\text{ок}}$  — площадь светопроема, м<sup>2</sup>;

$\beta_1$  — коэффициент теплопропускания окон с учетом затенения непрозрачной частью (переплетами) заполнения светопроема, определяется по табл. 6.5;

$\beta_2$  — коэффициент теплопропускания прозрачной частью заполнения светопроема, определяется по табл. 6.6;

$\beta_3$  — коэффициент теплопропускания нестационарными солнцезащитными устройствами, определяется по табл. 6.7;

$K_{\text{инс}}$  — коэффициент инсоляции, учитывающий долю прошедшего потока падающей на вертикальный световой проем прямой солнечной радиации после затенения наружными козырьками или вертикаль-

ными ребрами; для периода максимальной солнечной радиации определяется по формуле

$$K_{\text{инс}} = [1 - (L_{\text{к}} \cdot k_1 - a)/H] \cdot [1 - (L_{\text{р}} \cdot k_2 - c)/B], \quad (6.9)$$

где  $L_{\text{к}}$  — вылет козырька, м;

$a$  — расстояние от козырька до верха окна, м;

$H$  — высота светопроема, м;

$L_{\text{р}}$  — вылет ребра, м;

$c$  — расстояния от ребра до ближайшего откоса окна, м;

$B$  — ширина светопроема, м;

$k_1, k_2$  — коэффициенты, определяемые по табл. 6.8.

Если расчетное значение  $K_{\text{инс}}$  отрицательное, это означает что окно полностью затенено от прямых солнечных лучей и в расчете теплоступлений от солнечной радиации следует принять

$$K_{\text{инс}} = 0.$$

$K_{\text{обл}}$  — коэффициент облучения поверхности светопроема рассеянной радиацией; для светопроемов, незатененных козырьками и ребрами,  $K_{\text{обл}} = 0,85$ , при наличии козырьков  $K_{\text{обл}} = K_{\text{обл. г}}$ , при наличии ребер  $K_{\text{обл}} = K_{\text{обл. в}}$ .

Если применяются и козырьки и ребра, то

$$K_{\text{обл}} = K_{\text{обл. г}} \cdot K_{\text{обл. в}} \quad (6.10)$$

● Для козырьков:

при отношении вылета козырька к расстоянию от козырька до низа окна 0,5  $K_{\text{обл. г}} = 0,6$ ;

при отношении вылета козырька к расстоянию

от козырька до низа окна 1,0  $K_{обл,г} = 0,3$ .окна 0,5  $K_{обл,в} = 0,8$ ;

## ● Для ребер:

при отношении вылета ребра к ширине

при отношении вылета ребра к ширине

окна 1,0  $K_{обл,в} = 0,6$ .

Таблица 6.4

Максимальная солнечная радиация (прямая  $q_n$  / рассеянная  $q_p$ ) на горизонтальную и различно ориентированные вертикальные поверхности при безоблачном небе в июле, Вт/м<sup>2</sup>

| ширина<br>окна, м | горизонтальная<br>поверхность | вертикальные поверхности |                                 |                         |                                       |          |
|-------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|----------|
|                   |                               | южная                    | юго-восточная<br>и юго-западная | восточная<br>и западная | северо-восточная<br>и северо-западная | северная |
| 0,5               | 788/140                       | 257/110                  | 425/146                         | 561/179                 | 428/154                               | 104/95   |
| 0,6               | 761/133                       | 314/114                  | 467/148                         | 579/177                 | 424/149                               | 125/80   |
| 0,8               | 733/133                       | 370/120                  | 497/151                         | 590/175                 | 437/133                               | 141/75   |
| 1,0               | 719/133                       | 424/123                  | 521/154                         | 607/174                 | 449/131                               | 155/73   |
| 1,2               | 691/126                       | 479/124                  | 551/145                         | 621/165                 | 460/125                               | 159/71   |
| 1,4               | 663/105                       | 534/123                  | 579/137                         | 632/149                 | 469/116                               | 165/68   |
| 1,6               | 628/91                        | 582/121                  | 622/135                         | 655/145                 | 490/101                               | 170/65   |
| 1,8               | 607/91                        | 637/121                  | 663/134                         | 669/143                 | 541/106                               | 186/60   |

Таблица 6.5

Коэффициенты теплопропускания окна  $\beta_1$  с учетом затенения непрозрачной частью заполнения светопроема

| п/п | Конструкция переплета                                 | $\beta_1$                          |                                 |
|-----|-------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
|     |                                                       | для деревянного<br>и ПВХ переплета | для металлического<br>переплета |
| 1   | Одинарный переплет                                    | 0,8                                | 0,9                             |
| 2   | Однокамерный стеклопакет                              | 0,8                                | 0,9                             |
| 3   | Двухкамерный стеклопакет                              | 0,78                               | 0,85                            |
| 4   | Спаренный переплет                                    | 0,75                               | —                               |
| 5   | Однокамерный стеклопакет и раздельный переплет        | 0,75                               | —                               |
| 6   | Двухкамерный стеклопакет и раздельный переплет        | 0,73                               | —                               |
| 7   | Раздельный переплет двойного остекления               | 0,65                               | 0,8                             |
| 8   | Раздельно-спаренный переплет                          | 0,5                                | 0,7                             |
| 9   | Два однокамерных стеклопакета в спаренных переплетах  | 0,7                                | —                               |
| 10  | Два однокамерных стеклопакета в раздельных переплетах | 0,6                                | —                               |
| 11  | Два спаренных переплета в раздельных переплетах       | 0,5                                | —                               |



Таблица 6.6

Коэффициент теплопропускания  $\beta_2$  прозрачной частью заполнения светопроема

| №<br>п/п | Заполнение проема*                                                         | $\beta_2$ |
|----------|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1        | <b>Одинарное остекление</b>                                                |           |
|          | из обыкновенного стекла:                                                   |           |
|          | толщиной 2,5 — 3,5 мм                                                      | 0,95      |
|          | толщиной 4 — 6 мм                                                          | 0,9       |
|          | толщиной 8 — 12 мм                                                         | 0,855     |
|          | из стекла толщиной 2,5 — 3,5 мм с твердым или мягким селективным покрытием | 0,6       |
| 2        | <b>Двойное остекление</b>                                                  |           |
|          | из обыкновенного стекла:                                                   |           |
|          | толщиной 2,5 — 3,5 мм                                                      | 0,85      |
|          | толщиной 4 — 6 мм                                                          | 0,76      |
|          | из стекла толщиной 2,5 — 3,5 мм с твердым или мягким селективным покрытием | 0,57      |
|          | из органического стекла для зенитных фонарей                               | 0,9       |
| 3        | <b>Тройное остекление</b>                                                  |           |
|          | из обыкновенного стекла:                                                   |           |
|          | толщиной 2,5 — 3,5 мм                                                      | 0,76      |
|          | толщиной 4 — 6 мм                                                          | 0,66      |
|          | из стекла толщиной 2,5 — 3,5 мм с твердым или мягким селективным покрытием | 0,51      |
|          | из органического стекла для зенитных фонарей                               | 0,83      |
| 4        | <b>Четверное остекление</b>                                                |           |
|          | из обыкновенного стекла:                                                   |           |
|          | толщиной 2,5 — 3,5 мм                                                      | 0,72      |
|          | из стекла толщиной 2,5 — 3,5 мм с твердым или мягким селективным покрытием | 0,48      |
| 5        | <b>Профильное стекло коробчатого сечения</b>                               | 0,75      |
| 6        | <b>Блоки стеклянные пустотные с шириной швов 6 мм:</b>                     |           |
|          | размером 194×194×98                                                        | 0,65      |
|          | 244×244×98                                                                 | 0,7       |

\* Заполнение стеклопакета аргоном не влияет на его лучепропускающую способность.

Таблица 6.7

Коэффициенты теплопропускания  $\beta_3$  солнцезащитными устройствами

| Солнцезащитные устройства                 | $\beta_3$ |
|-------------------------------------------|-----------|
| <b>A. Наружные:</b>                       |           |
| штора или маркиза из светлой ткани        | 0,15      |
| штора или маркиза из темной ткани         | 0,20      |
| ставни-жалюзи с деревянными пластинами    | 0,10/0,15 |
| шторы-жалюзи с металлическими пластинами  | 0,15/0,20 |
| <b>Б. Межстекольные непроветриваемые:</b> |           |
| шторы-жалюзи с металлическими пластинами  | 0,30/0,35 |
| штора из светлой ткани                    | 0,25      |
| штора из темной ткани                     | 0,40      |
| <b>В. Внутренние:</b>                     |           |
| шторы-жалюзи с металлическими пластинами  | 0,60/0,70 |
| штора из светлой ткани                    | 0,40      |
| штора из темной ткани                     | 0,80      |

- Примечания: 1. Коэффициенты теплопропускания даны дробью: в числителе — для жалюзи с пластинами под углом  $45^\circ$ , в знаменателе — для жалюзи с пластинами под углом  $90^\circ$  к плоскости проема.  
 2. Коэффициенты теплопропускания межстекольными проветриваемыми солнцезащитными устройствами в два раза ниже приведенных коэффициентов для межстекольных непроветриваемых устройств.

Таблица 6.8

Значения коэффициентов  $k_1$  и  $k_2$  в формуле (6.9)

| Солнцезащитное устройство | Географическая широта, град. с. ш. |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                           | 40                                 | 44   | 48   | 52   | 56   | 60   | 64   | 68   |
| $k_1$                     |                                    |      |      |      |      |      |      |      |
| Ю                         | 3,01                               | 2,43 | 2,02 | 1,71 | 1,46 | 1,26 | 1,10 | 0,95 |
| ЮВ, ЮЗ                    | 1,02                               | 0,96 | 0,90 | 0,84 | 0,79 | 0,70 | 0,66 | 0,62 |
| В, З                      | 0,74                               | 0,72 | 0,68 | 0,62 | 0,57 | 0,53 | 0,50 | 0,48 |
| СВ, СЗ                    | 0,58                               | 0,56 | 0,54 | 0,53 | 0,51 | 0,49 | 0,47 | 0,45 |
| С                         | 0,84                               | 0,83 | 0,82 | 0,80 | 0,78 | 0,76 | 0,73 | 0,70 |
| $k_2$                     |                                    |      |      |      |      |      |      |      |
| Ю                         | 0,00                               | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ЮВ, ЮЗ                    | 0,96                               | 0,94 | 0,92 | 0,90 | 0,88 | 0,86 | 0,84 | 0,83 |
| В, З                      | 0,02                               | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 |
| СВ, СЗ                    | 0,75                               | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,74 | 0,74 | 0,74 |
| С                         | 3,30                               | 3,15 | 3,00 | 2,90 | 2,80 | 2,70 | 2,60 | 2,50 |

Теплопоступления через заполнения светопроемов за счет теплопередачи в результате разности температур и нагрева стекол солнцем определяют по формуле

$$Q_{т.п} = (t_{усл} - t_{в}) \cdot A_{ок} \cdot K = \left[ t_{н} + \frac{(q_{п} \cdot K_{инс} + q_{р} \cdot K_{обл}) \cdot P}{\alpha_{н}} - t_{в} \right] \cdot A_{ок} \cdot K, \quad (6.11)$$

где  $t_n$  — расчетная температура наружного воздуха, °C;

$q_{пн}, q_p, K_{инст}$

$K_{обл}, A_{ок}$  — то же, что и в формуле (6.8);

$P$  — коэффициент поглощения солнечной радиации заполнением светопроема: для обычного стекла 0,06, для теплоотражающего 0,04, для теплопоглощающего 0,2;

$t_b$  — расчетная температура воздуха в помещении, °C;

$K$  — коэффициент теплопередачи заполнения светопроема, Вт/(м<sup>2</sup> · °C);

$\alpha_n$  — коэффициент теплоотдачи наружной поверхностью остекления, Вт/м<sup>2</sup>, определяется по формуле:

$$\alpha_n = 1,16 \cdot (5 + 10 \cdot \sqrt{v}), \quad (6.12)$$

где  $v$  — расчетная скорость ветра, м/с, для теплого периода.

### ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯ ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Теплопоступления от электрического оборудования  $Q_{зо}$ , Вт, в помещение определяются по общей электрической мощности оборудования с учетом его загрузки, эффективности работы местных отсосов, установленных над ним, и одновременности работы:

$$Q_{зо} = 1000 \cdot K_o \cdot \sum N_{об} \cdot K_3 \cdot (1 - K_{укр}), \quad (6.13)$$

где  $N_{об}$  — установленная мощность электрического оборудования, каждого типа, кВт;

$K_o$  — коэффициент одновременности работы электрооборудования в расчетном помещении.  $K_o$  обычно задается в технологическом задании на проектирование. Ориентировочно можно принимать: для горячих цехов столовых  $K_o = 0,8$ , для ресторанов 0,7;

$K_3$  — коэффициент загрузки теплового электрооборудования. Для встроенно-пристроен-

ных к жилым зданиям помещений значения  $K_3$  определяются технологическим заданием;

$K_{укр}$  — коэффициент эффективности работы локализирующего местного отсоса. При устройстве приточно-вытяжной локализирующей вентиляции  $K_{укр} = 0,75$ , завес 0,45, вытяжных зонтов 0,5.

Следует отметить, что теплопоступления от электрического оборудования являются доминирующими при определении избытков полной теплоты, так как при работе оборудования (за счет его электрической мощности) образуются избытки влаги вследствие испарения жидкости, например, из варочных котлов горячих цехов предприятий общественного питания.

### ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯ ОТ ОСТЫВАЮЩЕЙ ПИЩИ

Поступления явной теплоты от остывающей пищи в торговых залах столовых, кафе и ресторанов определяются по формуле

$$Q_{пищ.я} = g \cdot c_{cp} \cdot (t_n - t_k) \cdot n / \tau \cdot 3,6, \quad (6.14)$$

где  $g$  — средняя масса всех блюд, приходящихся на одного посетителя, в расчетах принимается  $g = 0,85$  кг;

$c_{cp}$  — средняя теплоемкость пищи, в расчетах принимается  $c_{cp} = 3,35$  кДж/(кг · °C);

$t_n$  — температура пищи, поступающей в обеденный зал, как правило, принимается  $t_n = 70$  °C;

$t_k$  — температура пищи в момент потребления, обычно  $t_k = 40$  °C;

$n$  — число посадочных мест в обеденном зале;

$\tau$  — продолжительность принятия пищи одним посетителем: для ресторанов  $\tau = 1$  ч, для столовых и кафе без самообслуживания 0,5–0,75 ч, для столовых с самообслуживанием 0,3 ч.

Так как условно считается, что поступления скрытой теплоты равны поступлениям явной, то полные теплоизбытки от остывающей пищи  $Q_{пищ.п}$ , Вт, равны

$$Q_{пищ.п} = 2 \cdot Q_{пищ.я} \quad (6.15)$$

## Влаговыделения в помещении

### ПОСТУПЛЕНИЯ ВЛАГИ ОТ ЛЮДЕЙ

Влага от людей поступает в помещения в результате испарения с кожи и с выдыхаемым воздухом. Так же как и тепловыделения, влагопоступления от людей зависят от многих факторов. В таблицах, используемых в вентиляционных расчетах, приводятся данные по влаговыделениям в зависимости от температуры окружающего воздуха, и интенсивности выполняемой людьми работы (см. табл. 6.1). Для определения массы поступившей от людей влаги  $M_{\text{люд}}$  г/ч, суммируют влаговыделения от людей, занятых деятельностью, отнесенной к различным категориям:

$$M_{\text{люд}} = m_{\text{пок}} \cdot n_{\text{пок}} + m_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}} + m_{\text{ср}} \cdot n_{\text{ср}}, \quad (6.16)$$

где  $m_{\text{пок}}$ ,  $m_{\text{л}}$ ,  $m_{\text{ср}}$  — количество влаги, выделяемой человеком соответственно в покое, при легкой работе и при работе средней тяжести, г/ч, (определяется по табл. 6.1);

$n_{\text{пок}}$ ,  $n_{\text{л}}$ ,  $n_{\text{ср}}$  — число людей, соответственно находящихся в покое, занятых легкой работой или работой средней тяжести.

При расчетах для определения количества влаги, поступающей от женщин, к табличному значению вводится коэффициент 0,85 и коэффициент 0,75 для определения влаговыделений от детей до 10 лет. Если люди находятся в помещении в верхней одежде, вводится дополнительный коэффициент 0,75.

### ВЫДЕЛЕНИЕ ВЛАГИ ОТ ОСТЫВАЮЩЕЙ ПИЩИ

Количество испаряющейся влаги  $M_{\text{вл}}$ , кг/ч, от остывающей пищи в торговых залах столовых, кафе и ресторанов определяется по величине скрытых теплоизбытков, условно принимаемых равными явным, по формуле

$$M_{\text{вл}} = \frac{K \cdot g \cdot c_{\text{ср}} \cdot (t_{\text{н}} - t_{\text{к}}) \cdot n}{\tau \cdot (2500 + 1,8 \cdot \frac{t_{\text{н}} + t_{\text{к}}}{2})}, \quad (6.17)$$

где  $K$  — понижающий коэффициент, учитывающий наличие на пище жировой пленки, которая

затрудняет испарение влаги. Коэффициентом  $K$  учитывается также неравномерность потребления пищи. Обычно  $K = 0,34$ ;

$g$ ,  $c_{\text{ср}}$ ,  $t_{\text{н}}$

$t_{\text{к}}$ ,  $n$ ,  $\tau$  — то же, что и в формуле (6.14).

## Расчет воздухообменов помещения

### ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОЕ ОТНОШЕНИЕ

Основной характеристикой изменения параметров воздуха в помещении является отношение избыточного полного тепла  $Q_{\text{п}}$ , кДж, к влаговыделениям  $M_{\text{вл}}$ , кг, называемое тепловлажностным отношением или угловым коэффициентом луча процесса в помещении  $\epsilon$ , кДж/кг:

$$\epsilon = \frac{Q_{\text{п}}}{M_{\text{вл}}}. \quad (6.18)$$

Если избыточное полное тепло измеряется в Вт, то выражение (6.18) принимает вид

$$\epsilon = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{п}}}{M_{\text{вл}}}. \quad (6.18a)$$

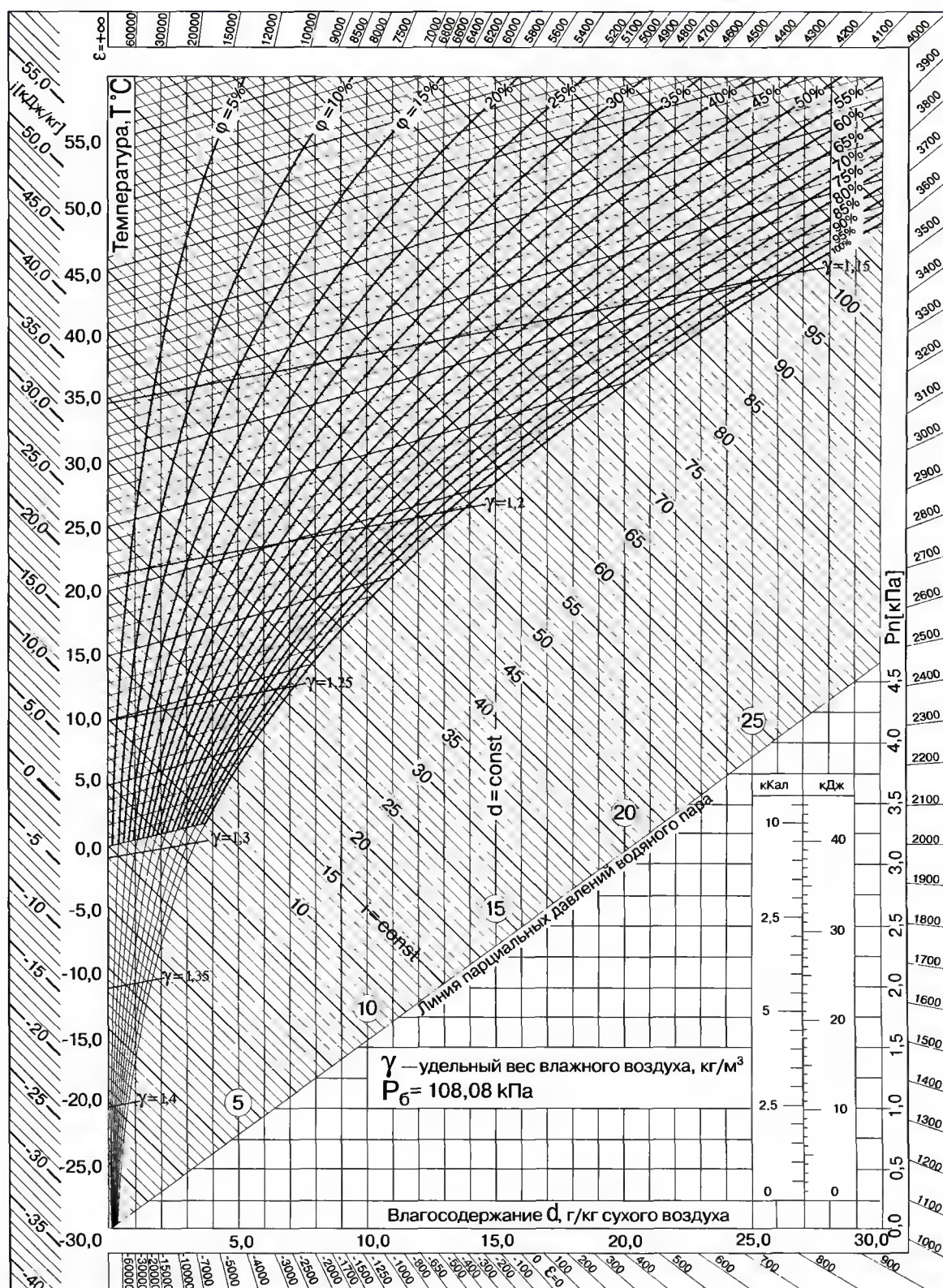
Эта характеристика удобна при расчетах воздухообменов с использованием  $I-d$  диаграммы влажного воздуха.

### $I-d$ ДИАГРАММА ВЛАЖНОГО ВОЗДУХА

В  $I-d$  диаграмме, построенной для определенного атмосферного давления, графически связаны все параметры тепловлажностного состояния воздуха: энтальпия (теплосодержание)  $I$ , влагосодержание  $d$ , температура  $t$ , относительная влажность  $\gamma$ , парциальное давление водяных паров  $P_{\text{п}}$ . Основу диаграммы составляют уравнения термодинамической связи этих параметров.

$I-d$  диаграмма приведена на рис. 6.1. Она построена в косоугольной системе координат. На вертикальной оси отложены значения энтальпий  $I$ , кДж/кг, сухой части влажного воздуха, а по оси, обычно составляющей с ординатой  $120-150^\circ$  (на рис. 6.1 —  $135^\circ$ ), отложены значения влагосодержаний  $d$ , г/кг, сухого воздуха. Такое расположение осей диаграммы позволяет расширить по сравнению с перпендикулярным положением осей область ненасыщенного влажного воздуха, что делает диа-



Рис. 6.1.  $t$ - $d$  диаграмма влажного воздуха

грамму удобной для графических построений. Значения  $I$  отмечены на прямых линиях постоянных энтальпий, проведенных параллельно наклонной оси абсцисс. Значения  $d$ , как правило, сносятся вниз диаграммы на горизонтальную шкалу. Линии постоянных влагосодержаний  $d$  проходят вертикально.

Кривые постоянных значений относительной влажности  $\phi$  обычно проводятся с интервалом в 5–10 %. Кривая  $\phi = 100\%$ , соответствующая состоянию полного насыщения воздуха водяным паром, называется пограничной линией. Она делит все поле диаграммы на две части: выше нее расположена область ненасыщенного водяным паром влажного воздуха, а ниже — область пересыщенного влагой воздуха (тумана, микрокапель воды во взвешенном состоянии), которая в вентиляционных расчетах практически не используется.

На область ненасыщенного водяным паром влажного воздуха нанесены изотермы (линии постоянных значений температуры)  $t$ . Шкала температур находится на оси ординат. Изотермы являются прямыми линиями, они не параллельны друг другу, что особенно проявляется при высоких температурах.

Соответствие между значениями влагосодержания  $d$  и парциального давления водяного пара  $P_n$  в диаграмме устанавливается с помощью линии парциальных давлений водяного пара, проведенной через все линии постоянных влагосодержаний  $d$  в нижней части диаграммы. От точек пересечения линий  $d = \text{const}$  с линией парциальных давлений проведены горизонтальные прямые постоянных парциальных давлений водяного пара. В правой части диаграммы на линии, параллельной оси ординат, имеется шкала  $P_n$ , кПа.

Таким образом, по любым двум параметрам тепловлажностного состояния воздуха можно найти все остальные. На диаграмме можно изобразить все возможные процессы состояния воздуха. Для этого достаточно соединить точки, соответствующие параметрам начала и конца процесса соответствующей линией, по которой, собственно, и протекает процесс.

По границам диаграммы нанесены деления с указанием направлений лучей процессов  $\epsilon$ , кДж/кг. Для определения положения какого-либо луча процесса следует деление с соответствующим численным значением  $\epsilon$  соединить с нулем отсчета на оси ординат и через точку начала процесса провести линию, параллельную полученному направлению.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДОВ ПРИТОЧНОГО И ВЫТЯЖНОГО ВОЗДУХА

Расчет необходимых расходов воздуха основан на соблюдении воздушного баланса и баланса вредности.

Воздушный баланс выражает равенство поступающих в помещение и уходящих расходов воздуха:

$$L_{\text{пр}} + L_{\text{м. пр}} - L_y - L_{\text{м. у}} = 0, \quad (6.19)$$

где  $L_{\text{пр}}$ ,  $L_y$  — расходы приточного и вытяжного воздуха общеобменной вентиляции,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$L_{\text{м. пр}}$ ,  $L_{\text{м. у}}$  — расходы местного притока (инfiltrация наружного воздуха, приток локализирующего устройства и т.д.) и местной вытяжки (местными отсосами и т.д.),  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

При организации подпоров или разрежений в соседних помещениях и в случае дисбаланса между расходами приточного и вытяжного воздуха в одном из помещений, тем не менее, соблюдается общий воздушный баланс, так как воздух перетекает из одних помещений в другие или в наружную среду. В случае поддержания разрежения в каком-либо помещении в нем увеличивается инfiltrация наружного воздуха и воздуха из соседних помещений, а при поддержании подпора, например в кондиционируемом помещении, из него происходит эксfiltrация внутреннего воздуха.

Баланс вредности показывает, что расход вредности, выделяющейся в помещении или поступающей с приточным воздухом, равен расходу этой вредности, удаляемому вытяжным воздухом. Важную роль при определении расходов воздуха играют температуры приточного  $t_{\text{пр}}$ , °С, и удаляемого  $t_y$ , °С, воздуха в системе общеобменной вентиляции.

Температура приточного воздуха принимается из следующих соображений:

- в теплый период года в системах вентиляции температура  $t_{\text{пр}}$  превышает расчетную температуру наружного воздуха  $t_A$  по параметрам  $A$  на величину подогрева в вентиляторе:

$$t_{\text{пр}} = t_A + \Delta t. \quad (6.20)$$

Обычно считается, что перемещаемый вентилятором воздух нагревается на 0,01 °С на каждые 10 Па давления, развиваемого вентилятором. Для помещений с естественным притоком  $\Delta t = 0$ ;

- в холодный период года для систем вентиляции, в холодный и теплый периоды года для систем кондиционирования воздуха температуру притока принимают на 2–6 °С ниже расчетной температуры воздуха в помещении  $t_b$  в зависимости от характеристик воздухораспределительных устройств;
- для систем, в которых ассимиляция тепло- и/или влагоизбытков возлагается на рециркуляционные аппараты (вентиляторные теплообменники типа фанкойл или внутренние блоки сплит-систем), температура приточного воздуха общеобменной вентиляции принимается близкой к расчетной температуре внутреннего воздуха  $t_b$ :

$$t_{пр} \approx t_b. \quad (6.21)$$

В этом случае балансы воздуха и вредностей используются для определения нагрузки на рециркуляционные аппараты, а воздухообмены принимаются по санитарной норме.

Температура вытяжного воздуха  $t_y$ , °С, в системе общеобменной вентиляции рассчитывается по формуле

$$t_y = t_b + \text{grad } t \cdot (H - h), \quad (6.22)$$

где  $t_b$  — расчетная температура воздуха помещения в рабочей зоне, °С;

$\text{grad } t$  — градиент температуры воздуха по высоте помещения, принимается:

для обеденных залов ресторанов  
и столовых 1,3 °С/м;

для горячих цехов предприятий  
общественного питания 2,0 °С/м;

$H$  — высота помещения, м;

$h$  — высота рабочей зоны в помещении, принимается равной 2,0 м, а в помещениях, где люди находятся преимущественно в сидячем положении, 1,5 м.

## НЕОБХОДИМЫЙ ВОЗДУХООБМЕН ПО ИЗБЫТКАМ ЯВНОГО ТЕПЛА

Воздухообмен по избыткам явного тепла определяется для помещений с незначительными влаговыведениями.

В общем случае, когда кроме общеобменной вентиляции в помещении имеются местные притоки и вытяжки (модулированное оборудование горячих цехов предприятий общественного питания) с известными расходами и температурами притока и вытяжки, расход вытяжного воздуха  $L$ , м³/ч, системы общеобменной вентиляции определяют по формуле

$$L_y = \frac{3,6 \cdot Q_{я} + c_b \cdot \rho_b \cdot \sum L_{м. пр} (t_{м. пр} - t_{пр})}{c_b \cdot \rho_b \cdot (t_y - t_{пр})} + \frac{c_b \cdot \rho_b \cdot \sum L_{м. у} (t_{м. у} - t_{пр})}{c_b \cdot \rho_b \cdot (t_y - t_{пр})}, \quad (6.23)$$

где  $Q_{я}$  — избытки явной теплоты, Вт;

$c_b$  — удельная теплоемкость воздуха, равная 1,005 кДж/(кг/°С);

$\rho_b$  — плотность воздуха, принимаемая 1,2 кг/м³. При уточненных расчетах  $\rho_b$  определяют в зависимости от температуры воздуха  $t$ , °С

$$\rho_b = \frac{355}{273 + t}; \quad (6.24)$$

$t_{м. пр}$  — температура местного притока, °С;

$t_{м. у}$  — температура местной вытяжки, °С;

$t_{пр}$  — температура приточного воздуха в системе общеобменной вентиляции, °С;

$t_y$  — температура вытяжного воздуха в системе общеобменной вентиляции, °С;

$L_{м. пр}$  — расход местного притока воздуха, м³/ч;

$L_{м. у}$  — расход местного удаления воздуха, м³/ч.

Расход приточного воздуха при этом в соответствии с воздушным балансом (6.19) будет равен

$$L_{пр} = L_y + L_{м. у} - L_{м. пр}. \quad (6.25)$$

В простейшем случае, когда воздухообмен в помещении определяется только общеобменной вентиляцией, эта система уравнений принимает вид

$$L_{пр} = L_y = \frac{3,6 \cdot Q_{я}}{c_b \cdot \rho_b \cdot (t_y - t_{пр})}. \quad (6.26)$$



### НЕОБХОДИМЫЙ ВОЗДУХООБМЕН ПО ИЗБЫТКАМ ПОЛНОГО ТЕПЛА И ВЛАГИ

Расчет воздухообменов в помещениях с тепло- и влаговыведениями, обслуживаемых системами вентиляции и кондиционирования воздуха, выполняется с помощью построений процессов изменения состояния воздуха в помещении на  $I-d$  диаграмме.

На диаграмму наносятся точки, отвечающие параметрам характерных состояний:

$B$  — внутреннего воздуха, точка наносится по нормируемой температуре и относительной влажности;

$P$  — приточного воздуха, точка лежит на пересечении изотермы приточного воздуха  $t_{пр}$  и луча процесса в помещении  $\epsilon$ , кДж/кг, определенного по формуле (6.17);

$Y$  — удаляемого воздуха, точка находится на пересечении изотермы  $t_y$  и луча процесса в помещении  $\epsilon$ .

Затем с  $I-d$  диаграммы снимаются значения энтальпий  $I$  и влагосодержаний  $d$  для указанных точек.

В общем случае, когда кроме общеобменной вентиляции в помещении имеются местные притоки и вытяжки с известными расходами и параметрами притока и удаления, расход вытяжного воздуха  $L$ , м<sup>3</sup>/ч, системы общеобменной вентиляции, если имеют место тепло- и влаговыведения, определяют по формуле

$$L_y = \frac{3,6 \cdot Q_n + \rho_v \cdot \sum L_{м. пр} (I_{м. пр} - I_{пр}) + \rho_v \cdot \sum L_{м. у} (I_{м. у} - I_{пр})}{\rho_v \cdot (I_y - I_{пр})}, \quad (6.27)$$

а если наблюдаются преимущественно влаговыведения, то — по формуле

$$L_y = \frac{M_{вл} + \rho_v \cdot \sum L_{м. пр} (d_{м. пр} - d_{пр}) \cdot 10^{-3}}{\rho_v (d_y - d_{пр}) \cdot 10^{-3}} + \frac{\rho_v \cdot \sum L_{м. у} (d_{м. у} - d_{пр}) \cdot 10^{-3}}{\rho_v (d_y - d_{пр}) \cdot 10^{-3}}, \quad (6.28)$$

где  $Q_n$  — избытки полной теплоты, Вт;

$M_{вл}$  — избытки влаги, кг/ч;

$I_{пр}$ ,  $I_y$  — энтальпия, кДж/кг, сухого воздуха соответственно приточного и вытяжного воздуха общеобменной вентиляции;

$d_{м. пр}$ ,  $d_{пр}$  — влагосодержание, г/кг, сухого воздуха соответственно приточного и вытяжного воздуха общеобменной вентиляции;

$I_{м. у}$ ,  $I_{пр}$  — энтальпия, кДж/кг, сухого воздуха соответственно приточного и вытяжного воздуха местной вентиляции;

$d_y$ ,  $d_{пр}$  — влагосодержание, г/кг, сухого воздуха соответственно приточного и вытяжного воздуха местной вентиляции.

Расход приточного воздуха при этом определяется по формуле (6.25).

При правильном построении процесса в  $I-d$  диаграмме результаты расчета по формулам (6.27) и (6.28) совпадают.

В простейшем случае, когда воздухообмен в помещении определяется только общеобменной вентиляцией, эта система уравнений принимает вид

$$L_{пр} = \frac{3,6 \cdot Q_n}{\rho_v \cdot (I_y - I_{пр})} = \frac{M_{вл}}{\rho_v \cdot (d_y - d_{пр}) \cdot 10^{-3}}. \quad (6.29)$$

### НЕОБХОДИМЫЙ ВОЗДУХООБМЕН ПРИ БОРЬБЕ С ВРЕДНЫМИ ГАЗАМИ И ПАРАМИ

Воздухообмен  $L$ , м<sup>3</sup>/ч, рассчитывают по формуле

$$L = \frac{U}{k_y - k_{пр}}, \quad (6.30)$$

где  $U$  — количество вредных газов и паров, мг/ч, выделяющихся в помещении в течение 1 ч;

$k_y$ ,  $k_{пр}$  — концентрация вредного вещества, мг/м<sup>3</sup>, в удаляемом и приточном воздухе соответственно.

Концентрация вредного вещества в удаляемом воздухе принимается равной предельно допустимой концентрации для воздуха помещения по санитарным нормам.



## КРАТНОСТЬ ВОЗДУХООБМЕНА

Отношение расхода приточного или вытяжного воздуха за 1 ч к объему обслуживаемого помещения называется кратностью воздухообмена  $K_p$ , 1/ч. Большинство жилых и встроенно-пристроенных помещений общественного назначения характеризуется постоянным составом и интенсивностью вредных выделений. Поэтому для них на основании эксплуатационного опыта и расчетов установлены нормы кратности воздухообмена, которые приведены в соответствующих разделах.

### Пример расчета воздухообмена горячего цеха и торгового зала ресторана в теплый период года

Район строительства — г. Москва

#### Исходные данные

В задании на проектирование предусмотрено поддержание в горячем цехе параметров в пределах допустимых норм — температура внутреннего воздуха  $t_{в} = 26\text{ }^{\circ}\text{C}$  при относительной влажности не более 65%; в торговом зале  $t_{в} = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$  при относительной влажности 30–60%.

Перечень теплового электрического секционного модулированного оборудования, установленного в кухне, а также коэффициенты загрузки по технологическому заданию и установленные мощности приведены в гл. 14. Суммарная установленная мощность составляет 117,2 кВт. Коэффициент одновременности работы для оборудования горячих цехов ресторанов равен  $K_o = 0,7$ . Все тепловое модулированное оборудование оснащается приточно-вытяжными локализирующими устройствами.

Объем помещения горячего цеха равен  $105\text{ м}^3$  при высоте помещения 3,5 м. Площадь окон, ориентированных на юго-запад, составляет 8,4 м. Окна запроектированы из двухкамерного стеклопакета в пластиковых переплетах с коэффициентом теплопередачи  $2,08\text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ , покрытие площадью  $30\text{ м}^2$  принято с коэффициентом теплопередачи  $0,28\text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$  и коэффициентом поглощения солнечной радиации 0,9.

Объем торгового зала  $525\text{ м}^3$  при высоте помещения 3,5 м. Все наружные ограждения имеют те же коэффициенты теплопередачи, что и горячий цех. Окна торгового зала, выходящие на две противоположные стороны — юго-восток и северо-запад, запроектированы площадью по  $15\text{ м}^2$ , а покрытие  $150\text{ м}^2$ .

Высота окон в горячем цехе и в обеденном зале 2 м. Над окнами обоих помещений имеется козырек с вылетом 1,5 м. Расстояние между козырьком и верхом окон 0,3 м. В обеденном зале на окнах имеются внутренние светлые шторы.

В горячем цехе находятся 5 человек персонала, в обеденном зале 5 человек обслуживающего персонала и 50 посетителей.

В торговом зале не курят.

По заданию на проектирование следует предусмотреть перетекание воздуха из торгового зала в горячий цех через открытые проемы.

#### Решение

Проектируются вентиляция для горячего цеха и кондиционирование воздуха для поддержания заданных параметров в торговом зале.

Примем расчетные внутренние условия для торгового зала: температура воздуха  $t_{т,з} = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; относительная влажность  $\phi_{т,з} = 50\%$ , этим параметрам соответствует теплосодержание  $l_{т,з} = 47,5\text{ кДж}/\text{кг}$  (см.  $l$ - $d$  диаграмму на рис. 6.2).

При расчете теплоступлений за расчетную температуру воздуха в горячем цехе принимаем  $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

В качестве расчетных наружных условий в теплый период года для проектирования систем кондиционирования воздуха принимаются параметры Б: температура наружного воздуха  $28,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , теплосодержание  $54\text{ кДж}/\text{кг}$ , скорость ветра  $1\text{ м}/\text{с}$ , а для проектирования систем вентиляции параметры А: температура наружного воздуха  $22,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , теплосодержание  $49,4\text{ кДж}/\text{кг}$ , скорость ветра  $1\text{ м}/\text{с}$ .

Расчет поступлений полного тепла для торгового зала производится при параметрах Б наружного воздуха, для горячего цеха при параметрах А в случае применения вентиляции и при параметрах Б в случае применения кондиционирования воздуха.

#### 1. В помещении горячего цеха:

- от технологического оборудования по формуле (6.13)

$$Q_{30} = 1000 \cdot K_o \cdot \sum (N_{об} \cdot K_з) \cdot (1 - K_{уф}) = 1000 \cdot 0,7 \times$$

$$\times (4,0 \cdot 3 \cdot 0,65 + 5,0 \cdot 3 \cdot 0,5 + 7,5 \cdot 2 \cdot 0,65 + 18,9 \cdot 3 \cdot 0,3 + 2,5 \cdot 0,5 + 8,0 \cdot 2 \cdot 0,5) \cdot (1 - 0,75) = 8979 \text{ Вт};$$

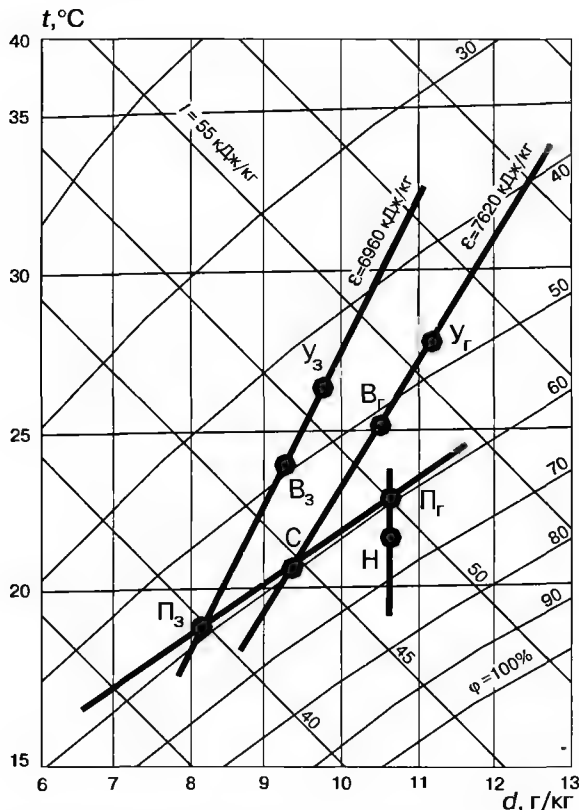


Рис. 6.2. Пример построения процессов на  $t$ - $d$  диаграмме

- от людей по формуле (6.2), считая, что в горячем цехе работа относится к категории средней тяжести:

$$Q_{\text{люд. п}} = q_{\text{п. ср}} \cdot n_{\text{ср}} = 200 \cdot 5 = 1000 \text{ Вт};$$

- через заполнения световых проемов по формуле (6.7):

$$Q_{\text{ср}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{т. п}} = 2020 + 0 = 2020 \text{ Вт},$$

в которой тепlopоступление солнечной радиации, непосредственно прошедшей через остекленную часть конструкции  $Q_{\text{пр}}$ , определяется по формуле (6.8):

$$\begin{aligned} Q_{\text{пр}} &= (q_{\text{п}} K_{\text{инс}} + q_{\text{р}} K_{\text{обл}}) \cdot A_{\text{ок}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 = \\ &= (551 \cdot 0,625 + 145 \cdot 0,4) \cdot 8,4 \cdot 0,78 \cdot 0,76 \cdot 1 = \\ &= 2020 \text{ Вт}. \end{aligned}$$

Здесь  $q_{\text{п}} = 551 \text{ Вт/м}^2$  и  $q_{\text{р}} = 145 \text{ Вт/м}^2$  определены по табл. 6.4 при географической широте района строительства (г. Москвы)  $56^\circ$  с.ш. и юго-западной ориентации.

$K_{\text{инс}}$  определено по формуле (6.9):

$$K_{\text{инс}} = \frac{1 - (L \cdot k_1 - a)}{H} = \frac{1 - (1,5 \cdot 0,79 - 0,3)}{2} = 0,625,$$

где  $k_1 = 0,79$  по табл. 6.5 при географической широте  $56^\circ$  с.ш. и юго-западной ориентации;

$K_{\text{обл}} = K_{\text{обл. г}} = 0,4$  в соответствии с формулой (6.10) при отношении вылета козырька к расстоянию от козырька до низа окна  $1,5 : (2 + 0,3) = 0,652$ ;

$\beta_1 = 0,78$  по табл. 6.6 для двухкамерного стеклопакета с пластиковыми переплетами;

$\beta_2 = 0,76$  по табл. 6.7 для тройного обычного остекления толщиной 2,5–3,5 мм;

$\beta_3 = 1$ , так как никаких нестационарных солнцезащитных устройств не предусмотрено.

Теплопоступления за счет теплопередачи через окна  $Q_{\text{т. п}}$  не определяются, так как в горячем цехе температура выше наружной;

- от освещения  $Q_{\text{осв}}$  по формуле (6.6):

$$Q_{\text{осв}} = q_{\text{осв}} \cdot A_{\text{пл}} \cdot h_{\text{осв}} = 25 \cdot 30 \cdot 0,7 = 525 \text{ Вт},$$

где  $q_{\text{осв}} = 25 \text{ Вт/м}^2$  по табл. 6.2 для помещений для приготовления пищи;

$h_{\text{осв}} = 0,7$  по табл. 6.3 для люминесцентных ламп, подвешенных ниже потолка более чем на 0,5 м;

- от инфильтрации тепlopоступления при расчете вентиляции не учитываются;

- за счет теплопередачи через покрытие при параметрах  $A$  наружного воздуха:

$$\begin{aligned} Q_{\text{н.о}} &= (t_{\text{всл}} - t_{\text{в}}) \cdot A_{\text{огр}} \cdot K = A_{\text{огр}} \cdot K \left[ t_{\text{н}} + \frac{P \cdot (q_{\text{п}} + q_{\text{р}})}{\alpha_{\text{н}}} - t_{\text{в}} \right] = \\ &= 0,28 \cdot 30 \cdot \left[ 22,3 + \frac{0,9 \cdot (621 + 127)}{17,4} - 26 \right] = 293 \text{ Вт}. \end{aligned}$$

Здесь  $q_{\text{п}} = 691 \text{ Вт/м}^2$  и  $q_{\text{р}} = 127 \text{ Вт/м}^2$  найдены по табл. 6.4 при географической широте  $56^\circ$  с.ш. для горизонтальной поверхности;  $P = 0,9$  — коэффициент поглощения солнечной радиации наружной поверхностью покрытия;  $\alpha_{\text{н}}$  определено по формуле (6.12) при расчетной скорости ветра для теплого периода  $v = 1 \text{ м/с}$ :

$$\alpha_{\text{н}} = 1,16 \cdot (5 + 10_{\text{кор. в}}) = 1,16 \cdot (5 + 10_{\text{кор. 1}}) = 17,4 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{С)}.$$

Общие поступления полного тепла в помещение горячего цеха с учетом того, что теплопоступления от солнечной радиации больше, чем теплопоступления от искусственного освещения, равны

$$Q_{г.п} = Q_{зо} + Q_{люд.п} + Q_{с.р} + Q_{н.о} = 8979 + 1000 + 2020 + 293 = 12292 \text{ Вт.}$$

## 2. В торговом зале:

- от остывающей пищи по формуле (6.14) с учетом формулы (6.15):

$$Q_{пищ.п} = \frac{2 \cdot g \cdot c_{ср} \cdot (t_n - t_k) \cdot n}{3,6 \cdot \tau} = \frac{2 \cdot 0,85 \cdot 3,35 \cdot (70 - 40) \cdot 50}{3,6 \cdot 1} = 2373 \text{ Вт;}$$

- от людей по формуле (6.2):

$$Q_{люд.п} = q_{п.ср} \cdot n_{ср} + q_{п.л} \cdot n_{л} = 200 \cdot 5 + 50 \cdot 145 = 8250 \text{ Вт;}$$

- через заполнения световых проемов:

$$Q_{с.р} = Q_{пр} + Q_{т.п} = 1431 + 360 = 1791 \text{ Вт.}$$

Так как окна торгового зала ориентированы на две противоположные стороны, выбираем юго-восточную ориентацию как основную, через окна которой будут учитываться теплопоступления.

За счет непосредственного проникания солнечных лучей по формуле (6.8):

$$Q_{пр} = (q_n \cdot K_{инс} + q_p \cdot K_{обл}) \cdot A_{ок} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 = (551 \cdot 0,625 + 145 \cdot 0,4) \cdot 15 \cdot 0,78 \cdot 0,76 \cdot 0,4 = 1431 \text{ Вт.}$$

Здесь  $q_n = 551 \text{ Вт/м}^2$  и  $q_p = 145 \text{ Вт/м}^2$  определены по табл. 6.4 при географической широте района строительства (г. Москвы)  $56^\circ$  с.ш., и юго-восточной ориентации, а  $q_n = 460 \text{ Вт/м}^2$  и  $q_p = 125 \text{ Вт/м}^2$  для северо-западной ориентации;  $\beta_3 = 0,4$  для внутренних штор из светлой ткани.

За счет теплопередачи и нагрева окна по формуле (6.11):

$$Q_{т.п} = (t_{усл} - t_b) \cdot A_{ок} \cdot K = \left[ t_n + \frac{(q_n \cdot K_{инс} + q_p \cdot K_{обл}) \cdot P}{\alpha_n} - t_b \right] \cdot A_{ок} \cdot K =$$

$$= [28,5 + (551 \cdot 0,625 + 145 \cdot 0,4) \cdot 0,06 / 17,4 - 24] \times 15 \cdot 2,08 + [28,5 + (460 \cdot 0,625 + 125 \cdot 0,4) \times 0,06 / 17,4 - 24] \cdot 15 \cdot 2,08 = 183,7 + 176,7 = 360 \text{ Вт,}$$

где  $P = 0,06$  принято для обычного оконного стекла.

- от освещения:

$$Q_{осв} = q_{осв} \cdot A_{пл} \cdot h_{осв} = 20 \cdot 150 \cdot 0,6 = 1800 \text{ Вт,}$$

где  $q_{осв} = 20 \text{ Вт/м}^2$  по табл. 6.2 для обеденных залов ресторанов 1-й категории;

$h_{осв} = 0,6$  по табл. 6.3 для люминесцентных ламп, арматура которых находится за проветриваемым подшивным потолком (из подшивного пространства осуществляется общеобменная вытяжка);

- от инфильтрационного воздуха. В торговом зале ресторана поддерживается подпор, поэтому считается, что инфильтрации нет;

- за счет теплопередачи через наружные стены и покрытие по формуле

$$Q_{н.о} = \sum K A_{орг} \cdot (t_n - t_b) = 0,38 \cdot 2 \cdot (35 - 15) \cdot (28,5 - 24) + 0,28 \cdot 150 \cdot [28,5 + 0,9 \cdot (691 + 127) / 17,4 - 26] = 68,4 + 1886 = 1954 \text{ Вт.}$$

Здесь температура под потолком  $t_b = 26^\circ \text{C}$  в соответствии с нижеприведенным расчетом.

Общие поступления полного тепла в торговый зал с учетом того, что теплопоступления от солнечной радиации больше, чем теплопоступления от искусственного освещения, равны

$$Q_{т.з.п} = Q_{пищ} + Q_{люд.п} + Q_{с.р} + Q_{инф} + Q_{н.о} = 2373 + 8250 + 1791 + 1954 = 14368 \text{ Вт.}$$

## Расчет влаговыделений и значений тепло-влажностного отношения

1. В горячем цехе влаговыделения не рассчитываются. При установке в нем менее четырех варочных котлов луч процесса равен  $\epsilon = 6900 \text{ кДж/кг}$ .

## 2. В торговом зале влаговыделения

- от людей по формуле (6.20):

$$M_{\text{люд}} = m_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}} + m_{\text{ср}} \cdot n_{\text{ср}} = 50 \cdot 107 + 5 \cdot 176 = 5350 + 880 = 6230 \text{ г/ч} = 6,23 \text{ кг/ч};$$

- от остывающей пищи по формуле (6.17):

$$M_{\text{пищ. п}} = K \cdot g \cdot c_{\text{ср}} \cdot (t_{\text{н}} - t_{\text{к}}) \cdot n / \{ \tau \cdot [2500 + 1,8 \times (t_{\text{н}} + t_{\text{к}}) / 2] \} = 0,34 \cdot 0,85 \cdot 3,35 \cdot (70 - 40) \times 50 / \{ 1 \cdot [2500 + 1,8 \cdot (70 + 40) / 2] \} = 0,558 \text{ кг/ч}.$$

Всего в торговом зале выделяется влаги

$$M_{\text{т.з}} = 6,23 + 0,558 = 6,788 \text{ кг/ч}.$$

При этом тепловлажностное отношение равно

$$\varepsilon = 3,6 \cdot Q_{\text{т.з.л}} / M_{\text{т.з}} = 3,6 \cdot 14368 / 6,788 = 7620 \text{ кДж/кг}.$$

## Расчет воздухообменов

1. В горячем цехе расход вытяжного воздуха определяется по сумме расходов воздуха, удаляемого через вытяжные отсеки локализирующих устройств от теплового модулированного оборудования  $L_{\text{лuy}}$  и удаляемого из верхней зоны помещения  $L_{\text{вy}}$ . Расход  $L_{\text{лuy}}$  определяется по табл. 6.9.

$$\sum L_{\text{лuy}} = sL_{\text{y}} \cdot n_{\text{y}} = 3 \cdot 250 + 3 \cdot 450 + 2 \cdot 350 + 3 \times 550 + 300 + 400 \cdot 2 = 5550 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Минимально допустимый расход вытяжного воздуха из верхней зоны, соответствующий двухкратному воздухообмену, равен:

$$\dot{L}_{\text{oy}} = 2 \cdot V = 2 \cdot 105 = 210 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Суммарный расход вытяжного воздуха в горячем цехе должен быть не менее

$$L_{\text{cy}} = \sum L_{\text{лuy}} + L_{\text{oy}} = 5550 + 210 = 5760 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Принимаем расход вытяжного воздуха  $L_{\text{cy}} = 5800 \text{ м}^3/\text{ч}$ , при этом расход из верхней зоны

$$L_{\text{oy}} = 5800 - 5550 = 250 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Санитарная норма приточного наружного воздуха

$$L_{\text{н}} = 100 \cdot n = 100 \cdot 5 = 500 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где  $n = 5$  — число работающих в горячем цехе.

Количество воздуха, подаваемого приточными системами, должно составлять не менее 60% от общего расхода поступающего в горячий цех воздуха. Минимально допускаемый уровень механического притока

$$L_{\text{мп (мин)}} = 0,6 \cdot L_{\text{oy}} = 0,6 \cdot 5800 = 3480 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расход приточного воздуха, подаваемого через локализирующие устройства установленного теплового модулированного оборудования, определяется по табл. 6.9

$$\sum L_{\text{лyn}} = \sum L_{\text{н}} \cdot n_{\text{н}} = 3 \cdot 200 + 3 \cdot 400 + 2 \cdot 200 + 3 \cdot 400 + 200 = 3600 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Таблица 6.9

## Характеристики технологического оборудования, установленного в горячем цехе

| Наименование оборудования | Марка оборудования | Установочная мощность оборудования, кВт | Количество единиц оборудования | Коэффициент загрузки, $K_3$ | Расход, м <sup>3</sup> /ч, воздуха на единицу оборудования |         |
|---------------------------|--------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------|---------|
|                           |                    |                                         |                                |                             | приток                                                     | вытяжка |
| Плита                     | ПЭ-0,17-01         | 4                                       | 3                              | 0,65                        | 200                                                        | 250     |
| Сковорода                 | СЭ-0,22-01         | 5                                       | 3                              | 0,5                         | 400                                                        | 450     |
| Фритюрница                | ФЭ-20-01           | 7,5                                     | 2                              | 0,65                        | 200                                                        | 350     |
| Варочный котел            | КЭ-100             | 18,9                                    | 3                              | 0,3                         | 400                                                        | 550     |
| Мармит                    | МСЭ-0,84-01        | 2,5                                     | 1                              | 0,5                         | 200                                                        | 300     |
| Жарочный шкаф             | ШЖЭ-0,51-01        | 8                                       | 2                              | 0,5                         | —                                                          | 400     |



Таким образом, через локализирующие устройства подается достаточное количество воздуха, удовлетворяющее как санитарным нормам, так и нормам минимального механического притока, поэтому дополнительного общеобменного притока не требуется.

Расход рециркуляционного, перетекающего через открытые проемы из обеденного зала воздуха

$$L_p = L_{cy} - \sum L_{луп} = 5800 - 3600 = 2200 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Параметры внутренней среды будут проверены после расчета воздухообменов в торговом зале.

2. В торговом зале воздухообмен определяется с помощью *I-d* диаграммы (см. рис. 6.2).

Температура удаляемого из верхней зоны воздуха определяется по формуле (6.22):

$$t_y = t_b + \text{grad } t \cdot (H - 1,5) = 24 + 1,3 \cdot (3,5 - 2) = 26 \text{ }^\circ\text{C}.$$

На *I-d* диаграмме через точку внутреннего воздуха в торговом зале проводим луч процесса  $\varepsilon = 7620$  кДж/кг. На пересечении луча процесса с изотермой удаляемого воздуха  $t_y = 26$  °C отмечаем точку  $Y_{т.з.}$  и находим, что его энтальпия равна  $l_y = 50,8$  кДж/кг.

Температуру приточного воздуха принимаем на 5 °C ниже температуры внутреннего:

$$t_n = t_b - 5 = 24 - 5 = 19 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Отметим точку  $\Pi_3$  приточного воздуха на луче процесса, проведенном через точки  $B_{т.з.}$  и  $Y_{т.з.}$ . Получим, что энтальпия приточного воздуха  $l_{т.з.п} = 40,1$  кДж/кг.

По формуле (6.23) определяем количество воздуха, которое необходимо удалить из верхней зоны зала, учитывая, что из рабочей зоны в горячий цех перетекает  $L_p = 2200$  м<sup>3</sup>/ч рециркуляционного воздуха. Уравнение (6.23) применительно к рассматриваемому случаю принимает вид:

$$L_{т.з.у} = [3,6 \cdot Q_{т.з.п} - \rho \cdot L_p \cdot (l_{т.з.} - l_n)] / (\rho \cdot (l_{т.з.у} - l_n)) = [3,6 \cdot 14368 - 1,2 \cdot 2200 \cdot (47,5 - 40,1)] / [1,2 \cdot (50,8 - 40,1)] = 2705 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где плотность воздуха  $\rho = 1,2$  кг/м<sup>3</sup>.

Расход приточного воздуха в торговый зал

$$L_{т.з.п} = L_{т.з.у} + L_p = 2705 + 2200 = 4905 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

### Расчет параметров внутреннего воздуха в горячем цехе

Сначала определим параметры приточного воздуха после нагрева в вентиляторе на 0,5 °C:

$$t_{гн} = 22,3 + 0,5 = 22,8 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Энтальпия приточного вентиляционного воздуха по *I-d* диаграмме после сухого нагрева наружного воздуха равна 50 кДж/кг. Определяем условные параметры точки смеси приточного воздуха и перетекаемого из рабочей зоны торгового зала:

$$l_c = (\sum L_{луп} \cdot \rho \cdot l_{гн} + L_p \cdot l_{т.з.}) / (\sum L_{луп} \cdot \rho + L_p \cdot \rho) = (3600 \times 1,2 \cdot 50 + 2200 \cdot 1,2 \cdot 47,5) / (3600 \cdot 1,2 + 2200 \times 1,2) = 49,05 \text{ кДж/кг}.$$

Энтальпия удаляемого из верхней зоны горячего цеха воздуха определяется из теплового баланса помещения

$$l_{гy} = [3,6 \cdot Q_{г.п} + (\sum L_{луп} \cdot \rho + L_p \cdot \rho) \cdot l_c] / (\sum L_{луп} \cdot \rho + L_p \cdot \rho) = [3,6 \cdot 12292 + (3600 \cdot 1,2 + 2200 \cdot 1,2) \times 49,05] / (3600 \cdot 1,2 + 2200 \cdot 1,2) = 55,4 \text{ кДж/кг}.$$

Полученное значение энтальпии  $l_c$  точки смеси приточного и перетекающего из торгового зала воздуха в горячий цех нанесем на линию смеси в *I-d* диаграмме и отметим точкой *C* (линия смеси соединяет точку  $H_A$  и точку  $B_3$ ). Из точки *C* проведем луч процесса изменения состояния воздуха в горячем цехе с полученным выше значением  $\varepsilon = 6900$  кДж/кг. На луче процесса в горячем цехе отметим точку  $Y_r$  по найденной  $l_{гy}$ . При этом получим температуру удаляемого воздуха  $t_{гy} = 27,5$  °C. Из формулы (6.22) определяем температуру рабочей зоны горячего цеха:

$$t_r = t_{гy} - \text{grad } t \cdot (H - 2) = 27,5 - 1,5 \cdot (3,5 - 2) = 25,3 \text{ }^\circ\text{C}.$$

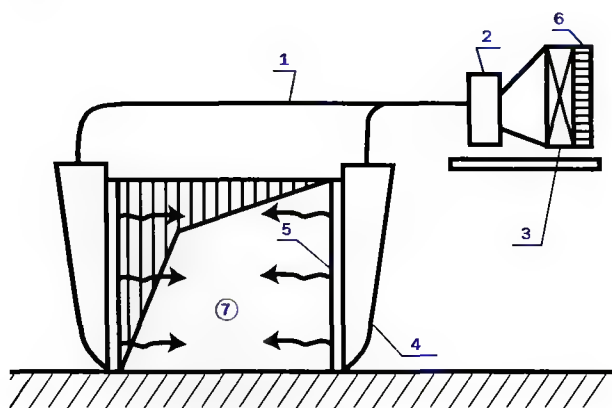
По полученному значению температуры рабочей зоны горячего цеха на луче процесса в *I-d* диаграмме отметим точку  $B_r$  и определим относительную влажность в рабочей зоне горячего цеха  $\phi = 55\%$ . Рассчитанные значения внутренних условий в горячем цехе лежат в пределах допустимых норм.

## Глава 7. Воздушно-тепловые завесы

### Общая часть

**Воздушная или воздушно-тепловая завеса** (с подогревом воздуха) — вентиляционное устройство, предотвращающее резкое проникновение (врывание) наружного воздуха в помещение через открытые проемы (двери, ворота). Завесы применяются также для защиты от перетекания воздуха из одного помещения в другое. В последнем случае завеса обеспечивает разделение зон с различными параметрами воздушной среды: температурой, влажностью, уровнем загрязнения вредными веществами. Воздушно-тепловые завесы могут использоваться также для дополнительного отопления помещений.

Наиболее часто воздушно-тепловые завесы устанавливаются на входах во встроенно-пристроенные помещения и у ворот въезда автотранспорта (например, у дебаркадера магазина). Основные элементы воздушно-тепловой завесы показаны на рис. 7.1.



**Рис. 7.1.** Основные элементы воздушно-тепловой завесы: 1 — воздуховод; 2 — вентилятор; 3 — воздухонагреватель (водяной или электрический); 4 — воздуховод равномерной раздачи; 5 — щелевой насадок; 6 — фильтр; 7 — проем в ограждении

**Принцип действия** завесы заключается в том, что за счет подачи высокоскоростного струйного воздушного потока создается невидимая «преграда», препятствующая перемещению воздушных масс, но не мешающая движению людей и транспортных средств.

### Классификация воздушных завес

Воздушные завесы **наружного действия** устраиваются у проемов в наружных ограждениях (например, при входе во встроенные офисные помещения) и работают как отсечка. В последнее время встречаются также проектные решения, в которых у проемов во внутренних ограждениях устанавливаются завесы **внутреннего действия**, которые препятствуют перемещению вредностей с воздушными потоками в «чистые» помещения (например, из помещений приготовления пищи в зал обслуживания посетителей ресторана).

**По режиму работы** воздушные завесы бывают периодического и постоянного действия.

Режим работы воздушных завес определяется требованиями, предъявляемыми к проектируемым встроенно-пристроенным помещениям.

Воздушную завесу постоянного действия можно использовать не только по ее прямому назначению, но и для организации притока или вытяжки, а также — в качестве воздушно-отопительного агрегата, компенсирующего дополнительные потери тепла.

**По направлению струи** воздушные завесы можно подразделить на следующие:

- имеющие направление струи снизу вверх, с подачей воздуха через горизонтальную щель, расположенную внизу проема;
- имеющие горизонтальное направление струи — одно- и двусторонние, с подачей воздуха через вертикальную щель, расположенную с одной или с двух сторон проема;
- имеющие направление струи сверху вниз, с по-

дачей воздуха через горизонтальную щель, расположенную вверх проема.

Для проемов в наружных ограждениях наиболее целесообразно устройство завес с подачей воздуха снизу вверх, при этом достаточно эффективно предотвращается врывание холодного воздуха в нижнюю часть помещения, где находятся люди.

При опасности засорения горизонтальной щели следует устраивать завесу с горизонтальным направлением струи. Такие завесы стоечного типа, например, завесы ЗВТ 1.00.000 — ЗТ.В2-28.01.УЗ получили наиболее широкое распространение.

По месту расположения воздухозабора и температуре подаваемого воздуха  $t_3$  завесы можно классифицировать на следующие:

- имеющие внутренний (из помещения) забор воздуха с температурой  $t_в$  и подогрев подаваемого воздуха ( $t_3 > t_в$ ). Такие завесы устраивают у проемов в наружных ограждениях помещений с постоянными рабочими местами, расположенными вблизи ворот или дверей, например в магазинах. Применение внутреннего воздухозабора приводит к значительной экономии тепла на подогреве подаваемого воздуха по сравнению с наружным воздухозабором;
- имеющие внутренний воздухозабор без подогрева подаваемого воздуха ( $t_3 < t_в$ ). Обычно применяются у проемов в наружных ограждениях, когда допускается некоторое периодическое понижение температуры помещения;
- имеющие наружный воздухозабор и подогрев подаваемого воздуха до температуры помещения ( $t_3 = t_в$ ). Таким образом устраивают завесы постоянного действия, используемые в качестве приточных вентиляционных установок.

По источнику нагревания воздуха, подаваемого в помещение завесой, они делятся на водяные (калориферные) и электрические (рис. 7.2).

По принципу действия завесы могут быть шиберующего (отсечного) и смесительного типа.

В первом случае воздушная струя завесы, уменьшая количество проходящего через проем воздуха, частично шибрует проем (значение коэффициента расхода воздуха через проем при работе завесы снижается). Во втором — обеспечивается смешивание наружного воздуха, поступающего через открытый проем с воздухом завесы.



Рис. 7.2. Электрическая завеса над входной дверью

### Особенности проектирования воздушных завес

Основными параметрами, характеризующими конкретные модели тепловых завес, являются: мощность обогрева, кВт; производительность по воздуху,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ; длина завесы; тип используемого подогревателя (с электрокалорифером или с водяным калорифером).

При подборе тепловой завесы рекомендуется, чтобы длина завесы была не меньше высоты (ширины) проема.

При установке воздушных завес температура воздуха на рабочих местах должна удовлетворять санитарным нормам согласно СНиП 2.04.05-91\*. Температуру воздуха, подаваемого воздушно-тепловыми завесами, следует принимать не выше  $50^\circ\text{C}$  у наружных дверей и не выше  $70^\circ\text{C}$  у наружных ворот и проемов. Скорость выпуска воздуха из щелей или отверстий завес рекомендуется не более  $8\text{ м/с}$  у наружных дверей и до  $25\text{ м/с}$  у въездных ворот.

Воздушные и воздушно-тепловые завесы могут эффективно использоваться:

- у ворот и проемов дверей в наружных стенах, не имеющих тамбуров и открывающихся более пяти раз или не менее чем на 40 мин в смену в районах с расчетной температурой наружного воздуха минус 15 °С и ниже (параметры Б);
- у наружных дверей вестибюлей общественных помещений в зависимости от расчетной температуры наружного воздуха (параметры Б) и числа людей  $n$ , проходящих через двери в течение 1 ч при температуре,  $t$  °С. Например, при  $t$  от -15 до -25 °С и  $n \geq 400$  чел. или при  $t$  от -26 до -40 °С и  $n \geq 250$  чел.

### Расчет воздушных завес

Завесы следует рассчитывать на параметры наружного воздуха Б, как правило, не учитывая ветрового давления. Метод расчета строится на теории струйных течений с учетом экспериментальных коэффициентов. Расчеты приводятся по Справочнику проектировщика. Ч. 2, под ред. И.Г.Старовойтова.

#### ЗАВЕСЫ ШИБЕРУЮЩЕГО (ОТСЕЧНОГО) ТИПА

При установке воздушно-тепловых завес шиберующего типа для уменьшения потерь тепла с частью струи завесы, уходящей наружу, рекомендуется (особенно при односторонних завесах) устраивать тамбур, имеющий боковые стенки и перекрытие. Воздух выпускается через щелевидные насадки под углом 30° к плоскости проема с направлением наружу. Для обеспечения устойчивого направления воздушного потока глубину направляющих щелевидного насадка для выпуска воздуха принимают в 2,5 раза больше ширины щели, а для обеспечения равномерности раздачи скорость движения воздуха в начале раздаточного короба принимают не более 70 % скорости выхода воздуха из щели. Раздаточные короба располагают с внутренней стороны проема на расстоянии не более  $0,1 \cdot \sqrt{F_{\text{пр}}}$  (где  $F_{\text{пр}}$  — площадь открываемого проема), забирая воздух для завесы на уровне установки агрегата. Забор воздуха из верхней зоны помещений целесообразен, если температура там выше, чем в зоне размещения агрегата, на

5 °С и более. Если раздаточные короба отстоят на некотором расстоянии от стены, зазор между ними и проемом рекомендуется зашивать.

Двусторонние боковые завесы по сравнению с односторонними более надежны в эксплуатации. Завесы с нижней подачей воздуха применяются при ширине проема, значительно большей, чем высота. Они более надежно предохраняют нижнюю зону помещения от поступления холодного воздуха.

Общий расход воздуха  $G$ , кгс/ч, для завесы шиберующего (отсечного) типа определяют по номограмме на рис. 7.3 или по формуле.

$$G_z = 16000 \cdot \bar{q} \cdot \mu_{\text{пр}} \cdot F_{\text{пр}} \sqrt{\Delta p} \cdot \gamma_{\text{см}}, \quad (7.1)$$

где  $\bar{q}$  — отношение расхода воздуха завесы к расходу воздуха, проходящего через проем при работе завесы;

$\mu_{\text{пр}}$  — коэффициент расхода проема при работе завесы, значение которого зависит от типа и конструкции завесы, вида проема и относительного расхода воздуха (табл. 7.1);

$F_{\text{пр}}$  — площадь открываемого проема, оборудованного завесой, м<sup>2</sup>;

$\Delta p$  — разность давлений воздуха снаружи и внутри помещения на уровне проема, оборудованного завесой, кгс/м<sup>2</sup>;

$\gamma_{\text{см}}$  — удельный вес смеси воздуха завесы и наружного воздуха при температуре, равной нормируемой, около дверей (ворот) в помещении, кгс/м<sup>3</sup>.

Рекомендуется принимать  $\bar{q}$  для боковых завес 0,6—0,7, для нижних завес 1,0.

Расчетная разность давлений составляет, кгс/м<sup>2</sup>:

$$\Delta p = h \cdot (\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{в}}), \quad (7.2)$$

где  $h$  — расстояние по вертикали от центра проема, оборудованного завесой, до уровня равных давлений снаружи и внутри здания (высота нейтральной зоны);

$\gamma_{\text{н}}$  и  $\gamma_{\text{в}}$  — удельный вес воздуха соответственно при наружной и внутренней температуре, кгс/м<sup>3</sup>.

Требуемую температуру воздуха завесы  $t_z$ , °С определяют на основании уравнения теплового баланса по формуле

$$t_z = t_{\text{н}} + \frac{t_{\text{см}} - t_{\text{н}}}{\bar{q} \cdot (1 - \bar{Q})}, \quad (7.3)$$



где  $t_n$  — температура наружного воздуха, соответствующая расчетным параметрам Б для холодного периода года, °С;

$t_{см}$  — температура смеси воздуха, проходящего через открытый проем, принимаемая равной нормируемой в районе дверей, ворот в проектируемом объеме, °С;

$\bar{Q}$  — отношение количества тепла, теряемого с воздухом, уходящим через открытый проем наружу, к тепловой мощности калориферов завесы (рис. 7.3).

Тепловую мощность  $Q_3$ , ккал/ч, калориферов воздушно-тепловой завесы определяют по формуле

$$Q_3 = 0,24 \cdot G_3 \cdot (t_3 - t_o), \tag{7.4}$$

где  $t_o$  — температура воздуха, забираемого для завесы (наружного или воздуха помещения на уровне воздухозабора), °С.

Количество тепла  $Q_{доп}$ , ккал, необходимого для компенсации дополнительных теплопотерь помещения вследствие врывания воздуха через открытый проем, оборудованный завесой:

$$Q_{доп} = \frac{0,004 \cdot n \cdot G_3}{\bar{q}} \cdot (t_b - t_{см}), \tag{7.5}$$

где  $n$  — продолжительность открывания проема за 1 час, мин.

### Пример расчета

#### Исходные данные

Рассчитать боковую двустороннюю завесу у раздвижных ворот размерами  $F_{пр} = b \cdot h_{пр} = 4 \cdot 3 = 12 \text{ м}^2$  в складском помещении магазина, где другие проемы отсутствуют. Механическая вытяжка и механический приток сбалансированы. Расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года по параметрам Б  $t_n = -25 \text{ °С}$ ;  $\gamma_n = 1,42 \text{ кгс/м}^3$ .

Таблица 7.1

Коэффициент расхода проема  $\mu_{пр}$  для завес шиберующего типа

| Завеса  | Относительная площадь $F = F_{щ}/F_{щ}$ | Значения $\mu_{пр}$ для различных соотношений $F_{щ}$ и $F_{пр}$ (значения $\mu_{пр}$ для проема при относительном расходе воздуха $\bar{q}$ ) |      |      |      |      |      |
|---------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|
|         |                                         | 0,5                                                                                                                                            | 0,6  | 0,7  | 0,8  | 0,9  | 1    |
| Боковая | 10                                      | 0,42                                                                                                                                           | 0,38 | 0,35 | 0,33 | 0,31 | 0,29 |
|         |                                         | 0,36                                                                                                                                           | 0,33 | 0,31 | 0,28 | 0,26 | 0,25 |
|         |                                         | 0,35                                                                                                                                           | 0,32 | 0,30 | 0,29 | 0,29 | 0,29 |
|         |                                         | 0,30                                                                                                                                           | 0,27 | 0,26 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
|         |                                         | 0,31                                                                                                                                           | 0,29 | 0,29 | 0,29 | 0,29 | 0,29 |
|         | 20                                      | 0,27                                                                                                                                           | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
|         |                                         | 0,29                                                                                                                                           | 0,29 | 0,29 | 0,29 | 0,29 | 0,29 |
|         |                                         | 0,25                                                                                                                                           | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
|         |                                         | 0,50                                                                                                                                           | 0,45 | 0,40 | 0,37 | 0,34 | 0,31 |
|         |                                         | 0,42                                                                                                                                           | 0,38 | 0,36 | 0,32 | 0,30 | 0,27 |
| Нижняя  | 10                                      | 0,40                                                                                                                                           | 0,35 | 0,30 | 0,28 | 0,25 | 0,23 |
|         |                                         | 0,34                                                                                                                                           | 0,30 | 0,28 | 0,25 | 0,23 | 0,21 |
|         |                                         | 0,35                                                                                                                                           | 0,30 | 0,27 | 0,24 | 0,22 | 0,20 |
|         |                                         | 0,31                                                                                                                                           | 0,26 | 0,24 | 0,21 | 0,20 | 0,18 |
|         |                                         | 0,31                                                                                                                                           | 0,27 | 0,24 | 0,21 | 0,20 | 0,18 |
|         | 20                                      | 0,27                                                                                                                                           | 0,24 | 0,21 | 0,19 | 0,17 | 0,15 |

Примечания:

- $F_{щ}$  — суммарная площадь воздуховыпускных щелей, м<sup>2</sup>;
- $F_{пр}$  — площадь открываемого проема, оборудованного завесой, м<sup>2</sup>.

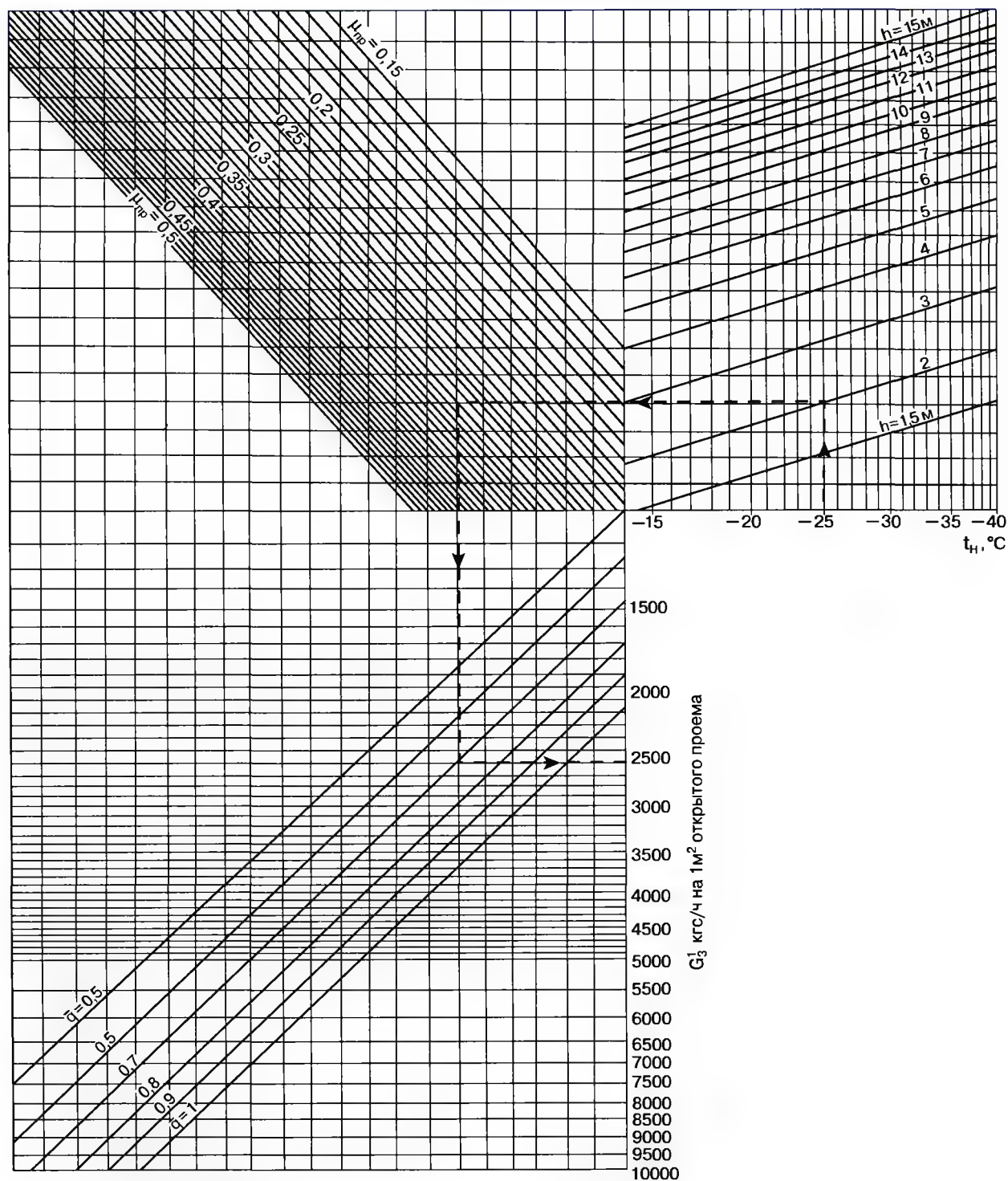
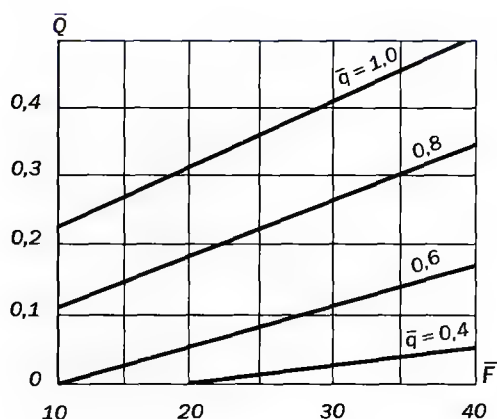
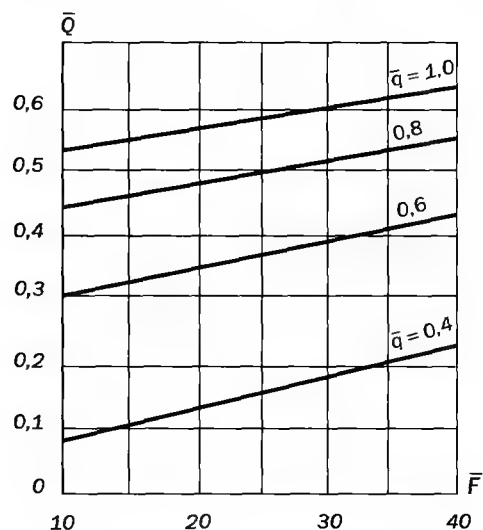


Рис. 7.3. Номограмма для определения расхода воздуха завесы шиберующего типа

Ключ: при  $t_n = -25^\circ\text{C}$ ,  $h = 2,0 \text{ м}$ ,  $\mu_{\text{пр}} = 0,3$ ,  $\bar{q} = 0,7$  расход воздуха  $G_3^1 = 2500 \text{ кгс/ч}$  на  $1 \text{ м}^2$  открытого проема, тогда для проема размерами  $F_{\text{пр}} = b \cdot h_{\text{пр}} = 3,0 \times 4,0 = 12,0 \text{ м}^2$  расход воздуха завесы  $G_3 = 2500 \cdot 12 = 30000 \text{ кгс/ч}$ .



а



б

Рис. 7.4. График для определения потерь тепла с частью струи завесы шибрующего типа, уходящей наружу: а — для боковой завесы; б — для нижней завесы

Температура воздуха в помещении  $t_b = 16\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  
 $\gamma_b = 1,22\text{ кгс/м}^3$ .

Работы относятся к категории легких  
 $(t_{см} = 14\text{ }^{\circ}\text{C}; \gamma_{см} = 1,23\text{ кгс/м}^3)$ .

Ворота бывают открыты 10 мин в час.

#### Решение

1. Принимаем  $F = 20$  и  $\bar{q} = 0,7$ ; по табл. 7.1 для раздвижных ворот коэффициент расхода  $\mu_{np} = 0,3$ .
2. Расчетное значение  $h = 0,5 \cdot 3 = 1,5\text{ м}$ .
3. Расчетная разность давлений  $\Delta p$  по формуле (7.2) составит

$$\Delta p = 1,5 \cdot (1,42 - 1,22) = 0,30\text{ кгс/м}^2.$$

4. Общий расход воздуха завесы определяем по формуле (7.1):

$$G_3 = 16000 \cdot 0,7 \cdot 0,3 \cdot 12 \cdot \sqrt{0,30 \cdot 1,23} = 24492\text{ кгс/ч.}$$

Аналогичный результат можно получить по номограмме на рис. 7.3 при  $G_3 = 2040\text{ кгс/ч}$  на  $1\text{ м}^2$  открытого проема.

$$G_3 = 2040 \cdot 12 = 24480\text{ кгс/ч.}$$

5. Температуру воздуха завесы находим по формуле (7.3):

$$t_3 = -25 + \frac{14 + 25}{0,7 \cdot (1 - 0,12)} = +38,3\text{ }^{\circ}\text{C},$$

где  $Q = 0,12$  — величина, определяемая по графику на рис. 7.4,а.

6. Суммарную тепловую мощность воздухонагревателей воздушно-тепловой завесы определяем по формуле (7.4):

$$Q_3 = 0,24 \cdot 24492 \cdot (38,3 - 14) = 142840\text{ ккал/ч} = 165,7\text{ кВт/ч.}$$

7. Дополнительное количество тепла для догрева воздуха, проходящего через ворота, от температуры  $t_{см}$  до температуры  $t_b$  определяем по формуле (7.5):

$$Q_{доп} = \frac{0,004 \cdot 10 \cdot 24492}{0,7} \cdot (16 - 14) = 2800\text{ ккал/ч} = 3,25\text{ кВт/ч.}$$

Работа воздушно-тепловой завесы в помещении позволяет снизить мощность системы отопления приблизительно в 2,2 раза, что показывает целесообразность ее применения.

#### ЗАВЕСЫ СМЕСИТЕЛЬНОГО ТИПА

У входных дверей встроенно-пристроенных помещений различного назначения (офисные, общественные, оздоровительные и т.д.) рекомендуется устраивать боковые двусторонние завесы смешительного типа, обеспечивающие заданную температуру воздуха в помещении.

Расход воздуха  $G_3$ , кгс/ч, для воздушно-тепловой завесы смешительного типа определяют по формуле

$$G_3 = \frac{16000 \cdot K \cdot \mu_{вх} \cdot F_{вх} \cdot (t_b - t_n) \cdot \sqrt{\Delta p \gamma_n}}{t_3 - t_b}, \quad (7.6)$$

где  $K$  — поправочный коэффициент, который учитывает число проходящих людей, место за-

бора воздуха для завесы и тип вестибюля (табл. 7.2);

$\mu_{\text{вх}}$  — коэффициент расхода входа, зависящий от его конструкции (табл. 7.3);

$F_{\text{вх}}$  — площадь одной открываемой створки наружных входных дверей,  $\text{м}^2$

Выпуск воздуха предусматривают в непосредственной близости от открываемых дверей таким образом, чтобы потоки воздуха завесы не загораживались открытыми створками дверей. Конструкция воздуховыпускных отверстий должна обеспечивать горизонтальное направление потока воздуха завесы. Низ воздуховыпускных отверстий располагают на высоте 0,1 м от пола, верх — на высоте 1,2 — 1,6 м от пола. Размер отверстий определяется путем расчетов. Воздух для завесы забирается под потолком вестибюля, при этом происходит смешивание наружного воздуха, поступающего через вход в помещение, с воздухом завесы.

При совмещении воздушно-тепловой завесы с приточной вентиляцией (при заборе воздуха снаружи) значение  $G_3$  принимают равным расходу воздуха, необходимому для приточной вентиляции, но не ниже значения, определяемого по формуле (7.6).

Значение  $\Delta p$  определяют по формуле (7.2), где величину  $h$ , м, подсчитывают в зависимости от этажности здания по следующим формулам:

для зданий с числом этажей три и меньше

$$h = h_{\text{лк}} - 0,5 \cdot h_{\text{дв}}; \quad (7.7)$$

для зданий с числом этажей больше трех

$$h = 0,5 \cdot (h_{\text{лк}} + 2 \cdot h_{\text{эт}} - h_{\text{дв}}), \quad (7.8)$$

где  $h_{\text{лк}}$  — высота лестничной клетки от планировочной отметки земли, м;

$h_{\text{дв}}$  — высота створки входных дверей, м;

$h_{\text{эт}}$  — полная (от уровня пола предыдущего до уровня пола последующего этажа) высота одного этажа, м.

Тепловую мощность калориферов воздушно-тепловой завесы определяют по формуле (7.4).

### Пример расчета

#### Исходные данные

Рассчитать воздушно-тепловую завесу для главного входа в административные офисные встроенные помещения 1-го этажа 18-этажного жилого дома при заборе воздуха из открытого вестибюля. Тяжелый воздух из офисных помещений выбрасывается на кровлю здания. Входные двери — вращающиеся (по табл. 7.3.  $\mu_{\text{вх}} = 0,1$ ).

Таблица 7.2

Поправочный коэффициент  $K$  для завес смесительного типа

| Место забора воздуха и тип вестибюля | Двери                                       | Значения $K$ при числе створок, пропускающих воздух в здание за 1 ч |      |      |      |      |
|--------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|
|                                      |                                             | 100                                                                 | 200  | 300  | 400  | 500  |
| Из открытого вестибюля               | Одинарные, двойные, вращающиеся или тройные | 0,05                                                                | 0,10 | 0,15 | 0,20 | 0,25 |
|                                      |                                             | 0,04                                                                | 0,08 | 0,11 | 0,15 | 0,19 |
|                                      |                                             | 0,03                                                                | 0,06 | 0,08 | 0,11 | 0,14 |
| Из закрытого вестибюля               | Одинарные, двойные, вращающиеся или тройные | 0,05                                                                | 0,09 | 0,14 | 0,18 | 0,22 |
|                                      |                                             | 0,03                                                                | 0,07 | 0,10 | 0,14 | 0,17 |
|                                      |                                             | 0,02                                                                | 0,05 | 0,07 | 0,10 | 0,12 |
| Снаружи, при открытом вестибюле      | Одинарные, двойные, вращающиеся или тройные | 0,04                                                                | 0,08 | 0,12 | 0,16 | 0,20 |
|                                      |                                             | 0,03                                                                | 0,06 | 0,09 | 0,12 | 0,15 |
|                                      |                                             | 0,02                                                                | 0,04 | 0,07 | 0,09 | 0,11 |
| Снаружи, при закрытом вестибюле      | Одинарные, двойные, вращающиеся или тройные | 0,04                                                                | 0,07 | 0,11 | 0,14 | 0,17 |
|                                      |                                             | 0,03                                                                | 0,05 | 0,08 | 0,11 | 0,13 |
|                                      |                                             | 0,02                                                                | 0,04 | 0,06 | 0,08 | 0,10 |

Примечание. Открытым считается вестибюль, не отделенный дверями от лестничной клетки и лифтового холла; закрытым — вестибюль, снабженный соответствующими дверями.



Таблица 7.3

Коэффициент расхода  $\mu_{\text{вх}}$  для завес смесительного типа

| Конструкция входа                                | $\mu_{\text{вх}}$ |
|--------------------------------------------------|-------------------|
| Одинарные двери                                  | 0,7               |
| Двойные двери с тамбуром, прямой проход          | 0,65              |
| Тройные двери с тамбуром, прямой проход          | 0,6               |
| Двойные двери с тамбуром, зигзагообразный проход | 0,55              |
| Тройные двери с тамбуром, зигзагообразный проход | 0,4               |
| Вращающиеся двери                                | 0,1               |

Примечание. При числе последовательно расположенных дверей более трех расчет можно проводить с незначительным запасом, как для тройных дверей.

Расчетная температура наружного воздуха,  $t_n = -26$  °С;  $\gamma_n = 1,43$  кгс/м<sup>3</sup>; температура воздуха в помещении  $t_b = 16$  °С;  $\gamma_b = 1,22$  кгс/м<sup>3</sup>; высота лестничной клетки  $h_{\text{лк}} = 60$  м; высота входных дверей  $h_{\text{дв}} = 2,5$  м; высота одного этажа  $h_{\text{эт}} = 3,3$  м; площадь створки входных дверей  $F_{\text{вх}} = 0,8 \cdot 2,5 = 2$  м<sup>2</sup>;  $n = 100$  чел/ч.

### Решение

1. Находим величину  $h$  по формуле (7.8):

$$h = 0,5 \cdot (60 + 2 \cdot 3,3 - 2,5) = 32,1 \text{ м.}$$

2. Определяем величину  $\Delta p$  по формуле (7.2):

$$\Delta p = 32,1 \cdot (1,43 - 1,22) = 6,75 \text{ кгс/м}^2.$$

3. Находим коэффициент  $K$  по табл. 7.2. При заборе воздуха из открытого вестибюля, вращающихся дверей и числе проходов 100 чел/ч получим  $K = 0,03$ .

4. Определяем  $G_3$  по формуле (7.6) с учетом того, что температура  $t_3 = 50$  °С:

$$G_3 = \frac{16000 \cdot 0,03 \cdot 0,1 \cdot 2 \cdot (16 + 26) \cdot \sqrt{6,75 \cdot 1,43}}{50 - 16} = 957 \text{ кгс/ч.}$$

5. Вычисляем  $Q_3$  по формуле (7.4):

$$Q_3 = 0,24 \cdot 957 \cdot (50 - 16) = 7810 \text{ ккал./ч} = 9,07 \text{ кВт/ч.}$$

В данном случае рассмотрен наиболее экономичный вариант конструкции входа. При прочих равных условиях, если вместо вращающихся дверей применить другую конструкцию входа, например двойные

двери с тамбуром и прямой проход при  $\mu_{\text{вх}} = 0,65$  и  $K = 0,04$ , расход воздуха по формуле (7.6) возрастет до  $Q_3 = 8295$  кгс/ч при увеличении мощности калориферов, определяемой по формуле (7.4), до  $G_3 = 67690$  ккал/ч,  $= 78,5$  кВт/ч, то есть в 8,6 раза по сравнению с рассмотренным выше вариантом. Поэтому, как видно из табл. 7.3, для завес смесительного типа большое значение имеет конструкция входа: максимальный эффект дает применение вращающейся двери, наименее предпочтительный вариант — использование одинарной двери.

### ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЗАВЕСЫ

Самыми распространенными в настоящее время являются электрические завесы отечественного и импортного производства. К числу определяющих параметров относятся: мощность обогрева, производительность по воздуху и длина завесы.

Электрозавесы компактны, они оснащены автоматикой для регулирования температуры подаваемого воздуха, надежны в эксплуатации. Отмечается тенденция все более широкого применения электрозавес во встроенно-пристроенных помещениях.

При выборе системы завесы (электрическая или водяная) следует учитывать стоимость их эксплуатации. Если планируется периодический непродолжительный режим работы завесы, целесообразно применять электрическую завесу, так как эти завесы малоинерционны, могут комплектоваться современными устройствами автоматического контроля и

регулирования температуры воздуха, подаваемого в проем. Подключение электрической завесы к сети электроснабжения встроенно-пристроенных помещений не требует значительных затрат. На рынке вентиляционной продукции электрические завесы прочно завоевали ведущее место. Среди них как импортные, например Thermozone AC 200 фирмы FRICO, так и отечественные, например ВТЗ ОАО МОБЕН.

Если же двери (ворота) в помещение открываются часто, то режим работы завесы, очевидно,

должен быть постоянным. В этом случае более целесообразным является применение водяной завесы, исходя из того, что в настоящее время стоимость 1 кВт электроэнергии выше стоимости 1 кВт тепла от горячей воды.

Учитывая динамику стоимостных показателей энерго- и теплоносителей, для окончательного выбора завесы в каждом конкретном случае следует проводить технико-экономическое сравнение вариантов.

## Глава 8. Воздуховоды, вентиляционные каналы. Аэродинамический расчет

### Общая часть

Распределение воздуха в системах вентиляции и кондиционирования осуществляется сетью воздуховодов (каналов), которые должны отвечать определенным требованиям: обеспечивать пропускную способность для прохождения необходимого объема воздуха; иметь минимальное сопротивление и потери; обеспечивать по скоростному режиму нормативные шумовые характеристики; занимать минимальное пространство. При необходимости на воздуховоды наносится тепло-, звуко- или пароизоляция, а также огнезащитные покрытия.

### Классификация вентиляционных каналов и воздуховодов

#### КЛАССИФИКАЦИЯ ПО ПЛОТНОСТИ

В соответствии со **СНиП 2.04.05-91\*** для транзитных участков систем общеобменной вентиляции и воздушного отопления при статическом давлении у вентилятора более 1400 Па и независимо от давления для транзитных участков систем местных отсосов и кондиционирования, а также систем, обслуживающих помещения категорий А и Б, следует применять воздуховоды класса П (плотные).

Кроме вышеперечисленных случаев воздуховоды класса П должны проектироваться для участков вытяжных (ненапорных) воздуховодов, расположенных во встроенно-пристроенных помещениях и прокладываемых в лестнично-лифтовых холлах жилой части зданий, когда по этим воздуховодам транспортируется воздух с примесями вредных или пахучих веществ.

В остальных случаях проектируются воздуховоды класса Н (нормальные).

Потери и подсосы воздуха через неплотности воздуховодов ( $P$ , м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>2</sup> площади воздуховода) не должны превышать величин, приведенных в **табл. 8.1**.

#### КЛАССИФИКАЦИЯ ПО СКОРОСТИ ПОТОКА ВОЗДУХА И РАБОЧЕМУ ДАВЛЕНИЮ

По скорости потока воздуха системы сети воздушных коммуникаций подразделяются на низкоскоростные ( $v < 13$  м/с) и высокоскоростные ( $13 < v < 25$  м/с); по рабочему давлению — на низкого давления (до 900 Па, т. е. около 100 мм вод. ст.), среднего (900–1700 Па или 100–170 мм вод. ст.) и высокого (1700–3000 Па или 170–300 мм вод. ст.). Для небольших встроенно-пристроенных помещений, расположенных обычно на уровне 1-го–2-го этажей жилых зданий, применяются низкоскоростные воздуховоды низкого давления. Рекомендуемые максимальные скорости воздуха в каналах (воздуховодах) приведены в **табл. 8.2**.

#### ВСТРОЕННЫЕ И ПРИСТАВНЫЕ ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ КАНАЛЫ

В жилых зданиях со встроенно-пристроенными помещениями различного назначения вытяжные вентиляционные каналы могут устраиваться: в кирпичных стенах (изготавливаются из специальных вентиляционных блоков); в пустотах внутренних стен в виде приставных каналов у внутренних стен и перегородок (изготавливаются из блоков или плит — шлакогипсовых и шлакобетонных, бетонных, гипсоволокнистых, шлакобетонных пустотелых, пеноглинистых и пеносиликатных). Вентиляционные каналы могут изготавливаться также из листовой стали (**рис. 8.1 – 8.2**).

Вентиляция встроенно-пристроенных помещений выполняется, как правило, по индивидуальным проектам, в которых преобладает применение металлических, металлопластиковых и неметаллических воздуховодов круглого и прямоугольного сечения.

#### МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ВОЗДУХОВОДЫ

По поперечному сечению металлические воздуховоды делятся на прямоугольные и круглые.

Таблица 8.1

Потери или подсосы воздуха в воздуховодах  $P$ , м<sup>3</sup>/ч, на 1 м<sup>2</sup> развернутой его площади при избыточном статическом давлении воздуха (положительном или отрицательном) в воздуховоде у вентилятора  $p_{ст}$ , кПа

| Класс воздуховода | избыточное статическое давление воздуха, кПа |     |     |     |      |      |      |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|-------------------|----------------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
|                   | 0,2                                          | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0  | 1,2  | 1,4  | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0  |
| Н                 | 3,6                                          | 5,8 | 7,6 | 9,2 | 10,7 | 12,1 | 13,4 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —    |
| П                 | 1,2                                          | 1,9 | 2,5 | 3,0 | 3,05 | 4,0  | 4,4  | 4,9 | 5,3 | 5,7 | 6,6 | 7,5 | 8,2 | 9,1 | 9,9 | 10,6 |

Примечания: 1. Потери или подсосы воздуха в воздуховодах  $P$  допускается определять в процентах от полезного расхода воздуха в системе по формуле

$$P = K \cdot l \cdot \frac{D_m \cdot p_{ст}^{0,67}}{D_v^2 \cdot v}, \quad (8.1)$$

где  $K$  — коэффициент, принимаемый для воздуховодов класса П равным 0,004, для воздуховодов класса Н — 0,012;

$l$  — суммарная длина транзитных воздуховодов, для местных отсосов включает в себя участки в обслуживаемом помещении, м;

$D_m$  — средний диаметр воздуховода учитываемой части  $l$ , м (для прямоугольных воздуховодов следует принимать  $D_v$  или  $D_m = 0,32 \cdot S$ , где  $S$  — периметр воздуховода, м);

$D_v$  — диаметр воздуховода в месте его присоединения к вентилятору, м;

$p_{ст}$ ,  $v$  — соответственно избыточное статическое давление, Па, и скорость воздуха в воздуховоде, м/с, в месте его присоединения к вентилятору.

2. Для воздуховодов прямоугольного сечения следует вводить коэффициент 1,1 на потери или подсосы воздуха.

Таблица 8.2.

Рекомендуемая максимальная скорость воздуха  $v$ , м/с, в каналах низкого давления (по данным "Справочника проектировщика", ч. 2, под ред. И.Г. Староверова)

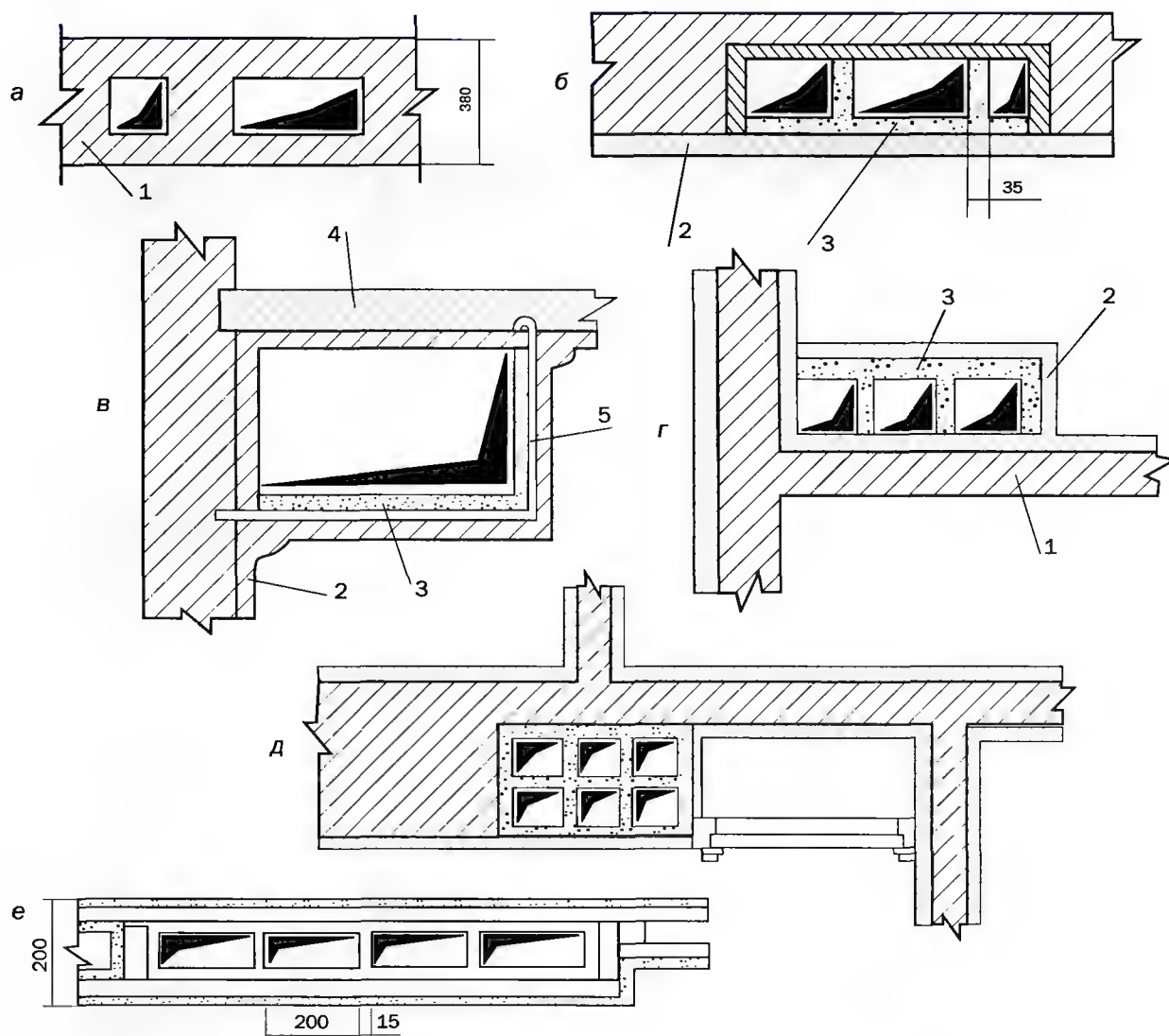
| Наименование<br>помещений         | Ограничивающие условия |                         |                      |          |             |          |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|----------|-------------|----------|
|                                   | Бесшумность            | Потери воздуха, %       |                      |          |             |          |
|                                   |                        | Магистральные<br>каналы | Магистральные каналы |          | Ответвления |          |
|                                   |                        |                         | Приточный            | Вытяжной | Приточный   | Вытяжной |
| Учреждения,<br>офисы, банки       | 6,0                    | 8,0                     | 6,5                  | 6,0      | 5,0         |          |
| Рестораны, кафе                   | 7,0                    | 9,0                     | 7,0                  | 7,0      | 6,0         |          |
| Предприятия<br>розничной торговли | 8,0                    | 9,0                     | 7,0                  | 7,0      | 6,0         |          |

Воздуховоды на заводах изготавливаются из листовой оцинкованной либо нержавеющей стали или — из черной стали с последующей грунтовкой и окраской таких воздуховодов.

По конструкции круглых воздуховодов различают прямошовные и спиральные (спирально-

навивные, спирально-сварные), а по способу соединения — фланцевые, бесфланцевые и сварные (рис. 8.3). Воздуховоды круглого сечения выполняются из стальной ленты (спирально-навивные) или, — так же как и прямоугольные, из листа (прямошовные). При этом шов бывает фальцевым (зам-





**Рис. 8.1.** Конструкции вентиляционных каналов:

а — в кирпичной стене; б — в борозде стены, заделываемой плитой; в — подвешено, горизонтального; г — приставных (пристенных) вертикальных; д — приставных (пристенных) вертикальных; е — из сухой штукатурки в перегородке; 1 — кирпичная стена; 2 — штукатурка; 3 — шлакогипсовые плиты; 4 — перекрытие; 5 — подвеска стальная,  $d = 6$  мм

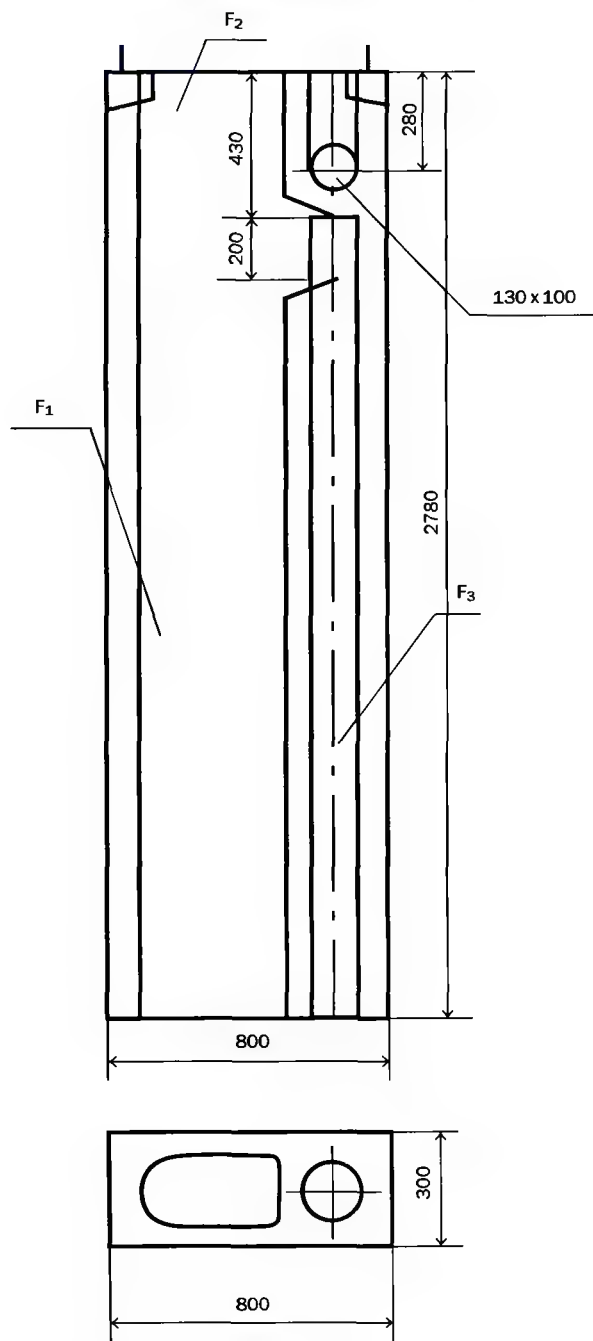
ковым) для воздуховодов из стали толщиной до 1,4 мм или сварным для воздуховодов из стали большей толщины. Шов прямоугольного воздуховода по традиционной технологии обычно располагался на прямолинейной части воздуховода. Новая технология позволяет располагать его непосредственно на сгибе воздуховода, при этом шов выполняет роль ребра жесткости.

Круглые воздуховоды по расходу металла и трудовым затратам при равных площадях сечений более экономичны по сравнению с прямоугольными из-за меньшего периметра круга по сравнению

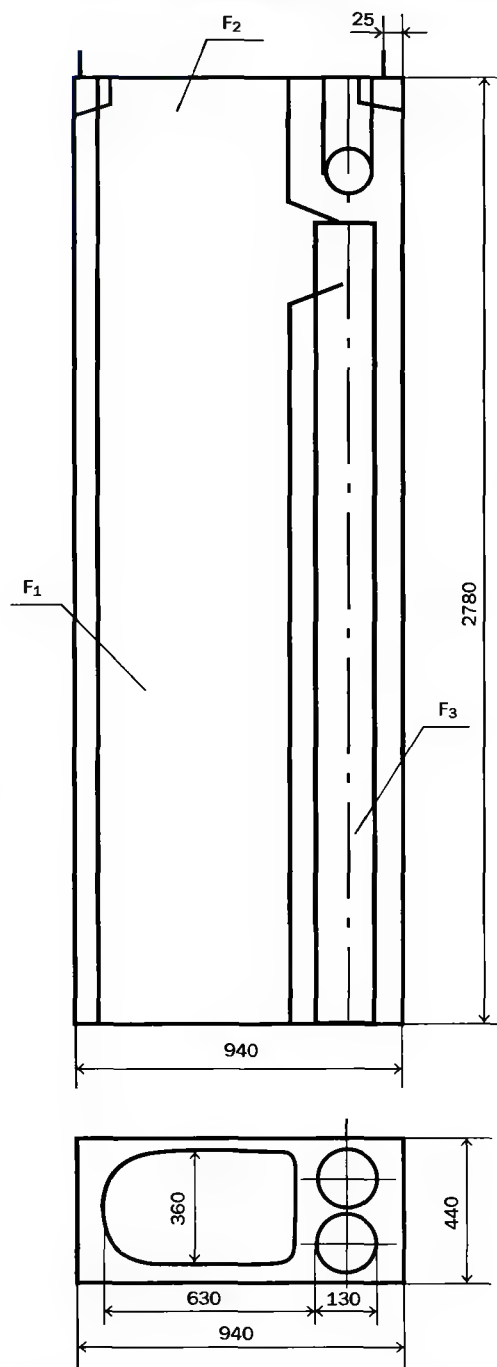
с квадратом или прямоугольником, поэтому СНиП 2.04.05-91\* допускают применение прямоугольных воздуховодов только при соответствующем обосновании.

Преимущество прямоугольных воздуховодов состоит в том, что при открытой прокладке они лучше вписываются в интерьер встроенно-пристроенных помещений и их проще размещать в пространствах с ограниченной высотой.

Из всех конструкций круглых воздуховодов наиболее распространены прямошовные.

Одинарный вентиляционный блок  
марки БВ 38-1

| Марка   | $F_1, \text{м}^2$ | $F_2, \text{м}^2$ | $F_3, \text{м}^2$ | Рабочие<br>чертежи |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| БВ 38-1 | 0,113             | 0,086             | 0,022             | РС 3416            |

Объединенный вентиляционный блок  
марки БВ 49-1

| Марка   | $F_1, \text{м}^2$ | $F_2, \text{м}^2$ | $F_3, \text{м}^2$ | Рабочие<br>чертежи |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| БВ 49-1 | 0,208             | 0,181             | 0,022             | РС 3416            |

Рис. 8.2. Конструкции железобетонных вентиляционных блоков

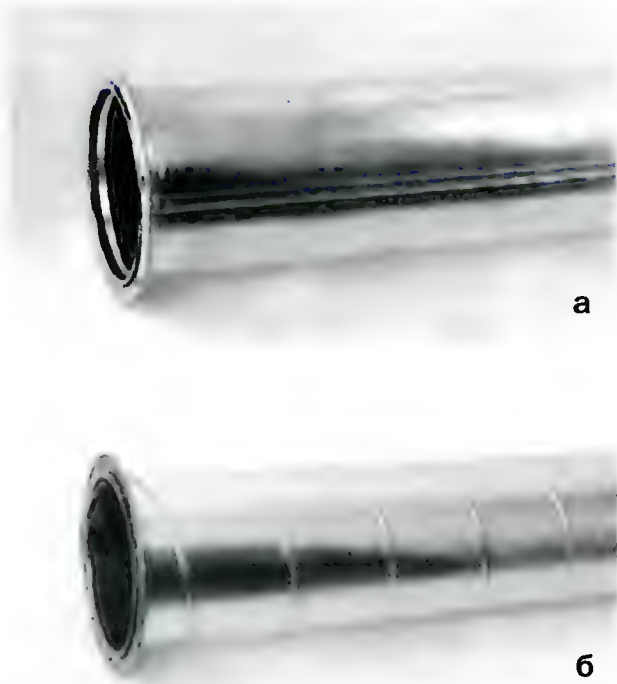


Рис. 8.3. Круглые фланцевые воздуховоды:  
а — прямошовный; б — спирально-навивной

Спирально-замковые воздуховоды изготавливают из стальной холоднокатаной черной или оцинкованной ленты толщиной 0,5–1 мм, шириной от 125 до 135 мм. Преимущества воздуховодов этой конструкции: повышенная жесткость по сравнению с прямошовными; неограниченная длина, что очень важно при монтаже протяженных систем с большими объемами транспортируемого воздуха; высокая плотность шва и хороший внешний вид. Недостаток в том, что 12–15 % металла расходуется на формирование фальцевого шва.

Спирально-сварные воздуховоды изготавливают из стальной горячекатаной ленты шириной 400–750 мм, толщиной 1,4–2,2 мм. Стык круглого воздуховода сваривают нахлесточным швом. Преимущества таких воздуховодов заключаются в использовании недефицитной стальной ленты; в меньшем расходе металла на образование сварного шва по сравнению с прямошовными и спирально-замковыми воздуховодами. Недостаток — невозможность изготовления воздуховодов из металла толщиной менее 0,8 мм.

При фланцевом соединении воздуховодов между металлическими фланцами прокладывают уплотнительный материал (резину, асбестовый шнур, картон и пр.), и затем соединяют и крепят болтами.

Из бесфланцевых соединений наибольшее распространение получили соединения на бандажах.

Для удобства и ускорения монтажа воздуховодов применяются фланцы с «европрофилем», обеспечивающим высокую плотность соединения.

Соединения воздуховодов и фасонных деталей к ним на сварке используют редко (в соответствии со СНиП), так как это сложно, трудоемко, а неразъемные соединения затрудняют проведение профилактических работ.

### МЕТАЛЛОПЛАСТИКОВЫЕ ВОЗДУХОВОДЫ

Металлопластиковые воздуховоды (рис. 8.4, а) изготавливаются из листовых панелей, представляющих собой жесткий вспененный пластик толщиной 20 мм, плотностью 46–48 кг/м<sup>3</sup>, проложенный между двумя слоями термообработанного гофрированного алюминия толщиной 80 мкм.

Такие воздуховоды легки и обладают высокой прочностью, не требуют дополнительной теплоизоляции при транспортировке нагретого или охлажденного воздуха, могут нарезать на секции требуемой длины непосредственно на строительном объекте, имеют хороший внешний вид.

### ГИБКИЕ ВОЗДУХОВОДЫ

Гибкие гофрированные воздуховоды (рис. 8.4, б, в) изготавливаются из многослойной ламинированной алюминиевой фольги и полиэфирной пленки. Такие воздуховоды можно многократно изгибать благодаря заключенному в них спиральному проволочному стальному каркасу. Конструкция воздуховодов удобна для их транспортировки, так как они складываются в гармошку. Наружная поверхность гибкого изолированного воздуховода покрыта эластичным термоизоляционным материалом. В раскрытом состоянии воздуховоды могут монтироваться с поворотами при радиусе изгиба, равном 0,54–0,58 внешнего диаметра воздуховода.

Гибкие воздуховоды легки, достаточно термостойки и в случае пожара не выделяют токсичных веществ или газов. Они не нуждаются в применении специальных фасонных поворотов и поэтому имеют меньше соединений, что упрощает монтаж. Однако гибкие воздуховоды обладают высоким аэродинамическим сопротивлением, поэтому их обычно применяют в качестве присоединительных нелинейных патрубков небольшой длины.

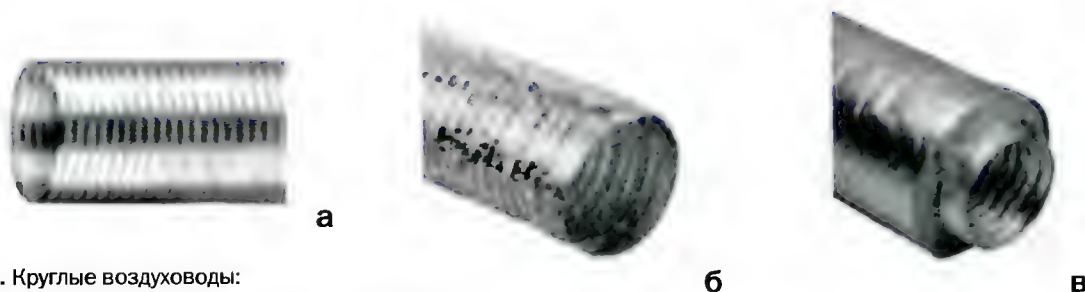


Рис. 8.4. Круглые воздуховоды:

а — металлопластиковые; б — гибкие неизолированные;  
в — гибкие изолированные

### НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ВОЗДУХОВОДЫ

Неметаллические воздуховоды изготавливают из синтетических материалов (полиэтилен, стеклопластик, винипласт, стеклоткань и др.). Воздуховоды из полиэтиленовой пленки изготавливают сваркой двух полос и применяют в системах приточной вентиляции для подачи воздуха в помещение. При включении вентилятора рукав наполняется воздухом и принимает форму круглого воздуховода.

Воздуховоды из стеклоткани выполняются на металлическом каркасе и применяются в качестве гибких вставок для подсоединения вентилятора к воздуховоду, а также воздухораспределителей к магистралям. Основное достоинство — возможность их изгиба под любым углом и в любой плоскости.

### ОГНЕСТОЙКИЕ ВОЗДУХОВОДЫ

В соответствии с требованиями **СНиП 2.04.05-91\*** во встроенно-пристроенных помещениях воздуховоды вентиляционных систем из негорючих материалов должны проектироваться:

- для транзитных участков или коллекторов систем кондиционирования воздуха и воздушного отопления;
- для прокладки в пределах помещений вентиляционного оборудования, а также в технических этажах, чердаках и подвалах;
- для помещений и кладовых категорий А, Б и В. Воздуховоды из труднотонящих материалов допускается проектировать:
  - в одноэтажных зданиях;
  - в помещениях категорий Г и Д, кроме коллекторов и транзитных участков;
  - в пределах обслуживаемых производственных помещений.

Предел огнестойкости воздуховодов и коллекторов систем вентиляции, прокладываемых в пределах помещений для вентиляционного оборудования и снаружи зданий, не нормируется, кроме транзитных воздуховодов и коллекторов, прокладываемых через помещения для вентиляционного оборудования.

Транзитные воздуховоды для систем вентиляции тамбуров-шлюзов при помещениях категорий А и Б следует проектировать с пределом огнестойкости 0,5 ч.

Для обеспечения требуемой огнестойкости воздуховодов широко применяются минераловатные маты. Но следует учесть, что маты толщиной 70—80 мм обеспечивают предел огнестойкости воздуховода не выше 1 ч, а в ряде случаев по **СНиП** и **МГСН** требуется 1,5 ч и более, для чего необходимо существенное увеличение толщины матов, и следовательно, габаритов воздуховодов, что не всегда возможно по конструктивным соображениям.

В этих случаях целесообразно применение других огнезащитных покрытий или составов.

Эффективность применения огнезащитных покрытий обусловлена не только их теплофизическими свойствами, но и конструктивным исполнением, в частности, расположением и креплением материалов на защищаемых поверхностях (армированием). При этом огнезащитное покрытие рассматривается как элемент сборной конструкции воздуховода.

Следует отметить, что в действующих нормативных документах предел огнестойкости воздуховодов указывается в часах (0,5 ч, 1 ч, и т.д.). В новых нормах пожарной безопасности (**НПБ**) и **СНиП 21-01-97\*** указывается класс пожарной защиты покрытия (**EI60**, **EI160**, **EI180** и т.д.), где цифры обозначают предел огнестойкости в минутах.



В СНиП 2.04.05-91\* приведены пределы огнестойкости транзитных воздуховодов и коллекторов при прокладке их через помещения. Извлечения из СНиП (табл. 8.3) приведены для встроенно-пристроенных нежилых помещений к обычным жилым зданиям.

В настоящее время наиболее часто применяются следующие огнезащитные составы для воздуховодов:

- SIGNULAN 300 (Франция) — двухкомпонентный огнезащитный состав, наносится методом сухого торкретирования с помощью высокопроизводительных машин, слоем толщиной до 10 мм, без армирования. Относится к классу EI60; при толщине слоя 25 мм, при армировании стальной сеткой — к классу EI180;

- Файрекс-300 (Россия), состав при толщине слоя 6 мм относится к классу EI60;

- композиционная защита, изготовленная на основе базальтостеклянных плит и покрытий толщиной до 25 мм, относится к классам EI150 и EI180;

- ОЗС-МВ, (Россия), ТУ5775-008-17297211-97, огнезащитный состав при толщине слоя 7 мм относится к классу EI90. Состав однокомпонентный, предназначен для объектов, эксплуатируемых внутри помещений, зданий, сооружений промышленного и гражданского назначения с относительной влажностью не более 80%. Применяется как для оцинкованных, так и для неоцинкованных воздуховодов.

Применение грунта ГФ-021 для подготовки поверхности воздуховодов к нанесению огнезащитных составов не всегда допускается действующими нормами и правилами. Поэтому для нанесения огнезащитного покрытия на оштукатуренные ГФ-021 поверхности применяется армирование штукатурной стеклосеткой (выполняет фирма-производитель работ по огнезащитному покрытию воздуховодов).

Без применения грунта огнезащитный состав ОЗС-МВ наносится на стальную поверхность, предварительно очищенную мыльным раствором от масляных загрязнений, слоями толщиной 1—2 мм; после высыхания предыдущего слоя наносится следующий слой. Толщина покрытия должна быть не менее 3 мм и соответствовать требуемому пределу огнестойкости воздуховода (табл. 8.4).

Покрытие ОЗС-МВ не обеспечивает антикоррозионную защиту стальных неоцинкованных воздуховодов. При прокладке участков таких воздуховодов

по улице или в помещениях с повышенной влажностью поверх огнезащитного покрытия следует нанести влагостойкое, например гидрофобный состав МПВО толщиной 200 мкм, не снижающий свойств огнезащитного покрытия ОЗС-МВ.

## Аэродинамический расчет вентиляционных систем

### РАСЧЕТ ВОЗДУХОВОДОВ ПРИТОЧНЫХ И ВЫТЯЖНЫХ СИСТЕМ МЕХАНИЧЕСКОЙ И ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Аэродинамический расчет воздуховодов обычно сводится к определению размеров их поперечного сечения, а также потерь давления на отдельных участках и в системе в целом. Можно определять расходы воздуха при заданных размерах воздуховодов и известном перепаде давления в системе.

При аэродинамическом расчете воздуховодов систем вентиляции обычно пренебрегают сжимаемостью перемещающегося воздуха и пользуются значениями избыточных давлений, принимая за условный нуль атмосферное давление.

При движении воздуха по воздуховоду в любом поперечном сечении потока различают три вида давления: статическое, динамическое и полное.

**Статическое давление** определяет потенциальную энергию  $1 \text{ м}^3$  воздуха в рассматриваемом сечении ( $p_{\text{ст}}$  равно давлению на стенки воздуховода).

**Динамическое давление** — это кинетическая энергия потока, отнесенная к  $1 \text{ м}^3$  воздуха, определяется по формуле:

$$p_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \quad (8.2.)$$

где  $\rho$  — плотность воздуха,  $\text{кг/м}^3$ ;

$v$  — скорость движения воздуха в сечении,  $\text{м/с}$ .

**Полное давление** равно сумме статического и динамического давлений.

$$p_n = p_{\text{ст}} + p_d \quad (8.3.)$$

Традиционно при расчете сети воздуховодов применяется термин “потери давления” (“потери энергии потока”).

## Пределы огнестойкости транзитных воздуховодов и коллекторов

Таблица 8.3

| Пределы огнестойкости транзитных воздуховодов и коллекторов, ч, продолженных * через помещения: |                                                             |             |             |          |                                                      |                                        |                                                                |                                                     |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------|-------------|----------|------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--|
| Помещения, обслуживаемые системой вентиляции                                                    | складов и кладовых категорий А, Б, В и горючих материалов** | А, Б или В  | категорий Г | Д        | коридоров производственных и административных зданий | общественных и административных зданий | бытовых помещений (санузлов, душевых, умывальных, бань и т.п.) | коридоров (кроме коридоров производственных зданий) |  |
|                                                                                                 |                                                             |             |             |          |                                                      |                                        |                                                                |                                                     |  |
| Склады и кладовые категорий А, Б, В и горючих материалов**                                      | 0,5/0,5                                                     | 0,5/0,5     | 0,5/0,5     | 0,5/0,5  | 0,5/0,5                                              | НД                                     | НД                                                             | 0,5                                                 |  |
| Помещ. категорий А, Б или В                                                                     | 0,5/0,5                                                     | 0,25/0,5    | 0,25/0,5    | 0,25/0,5 | 0,25/0,5                                             | 0,25***/0,5                            | 0,25/0,5                                                       | 0,25/0,5                                            |  |
| Помещения категории Г                                                                           | 0,5/0,5                                                     | 0,25/0,5    | НН          | НН       | 0,25/0,5*                                            | 0,5/0,5                                | 0,25/0,5                                                       | 0,25/0,5                                            |  |
| Помещения категории Д                                                                           | 0,5/0,5                                                     | 0,25/0,5    | НН          | НН       | НН/0,5*                                              | 0,25/0,5*                              | НН/0,5*                                                        | НН/0,5*                                             |  |
| Коридоры производственного здания                                                               | 0,5/0,5                                                     | 0,25/0,5    | НН/0,5*     | НН/0,5*  | НН/0,5*                                              | НН/0,5*                                | НН/0,5*                                                        | НН/0,5*                                             |  |
| Помещения общественных и административных зданий                                                | НД                                                          | 0,25/0,5*** | 0,5/0,5     | НН/0,5*  | НН/0,5*                                              | НН/0,5*                                | НН/0,5*                                                        | НН/0,5*                                             |  |
| Бытовые помещения (санузлы, душевые, умывальные, бани и т.п.)                                   | 0,5/0,5                                                     | 0,25/0,5    | 0,25/0,5    | 0,25/0,5 | НН/0,5*                                              | НН/0,5*                                | НН/0,5*                                                        | НН/0,5*                                             |  |
| Коридоры (кроме коридоров производственных зданий)                                              | НД                                                          | НД          | НД          | НН/0,5*  | НН/0,5*                                              | НН/0,5*                                | НН/0,5*                                                        | НН/0,5*                                             |  |

П р и м е ч а н и я:

1. Значения предела огнестойкости приведены в таблице в виде дробей: в числителе — в пределах обслуживаемого этажа; в знаменателе — за его пределами.

2. Для всех воздуховодов, прокладываемых через несколько различных помещений одного этажа, следует предусматривать наибольшее из указанных в таблице значений предела огнестойкости.

О б о з н а ч е н и я:

НД — не допускается прокладка транзитных воздуховодов; НН — не нормируется прокладка транзитных воздуховодов; \* — в зданиях IIIа, IV, Va и V степеней огнестойкости значение предела огнестойкости принимается равным 0,25 ч; \*\* — предел огнестойкости воздуховодов для кладовых горючих материалов (бумага, белье, деревянный инвентарь и т. п.) и кладовых категорий В площадью (и тех и других) 50 м<sup>2</sup> и менее нормируется как для общественных помещений; \*\*\* — прокладка воздуховодов из помещений категорий А и Б не допускается.

## Сведения об огнезащитном составе ОЗС-МВ

Таблица 8.4.

| Защищаемая поверхность | Толщина покрытия, мм | Расход состава на 1 м <sup>2</sup> , кг | Огнезащитная способность, ч | Подтверждающий документ                                  |
|------------------------|----------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------|
| Воздуховоды            | 3,0                  | 4,8                                     | 0,64                        | Отчет ВНИИПО МВД РФ № 2340 от 20.10.00                   |
| Воздуховоды            | 4,0                  | 6,4                                     | 1,0                         | Сертификат соответствия ССПБ.РУ.УП001.В01620 от 19.09.00 |
| Воздуховоды            | 7,0                  | 11,2                                    | 1,5                         | Сертификат соответствия ССПБ.РУ/УП001.Н00156 от 19.07.00 |

Потери давления (полные) в системе вентиляции складываются из потерь на трение и потерь в местных сопротивлениях (см.: Отопление и вентиляция, ч. 2.1 "Вентиляция" под ред. В.Н. Богословского, М., 1976).

**Потери давления на трение** определяются по формуле Дарси:

$$\Delta p_{\text{тр}} = \lambda_{\text{тр}} \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \quad (8.4.)$$

где  $\lambda_{\text{тр}}$  — коэффициент сопротивления трению, который рассчитывается по универсальной формуле А.Д. Альтуля:

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 \cdot \left( \frac{68}{\text{Re}} + \frac{K}{d} \right)^{0,25}, \quad (8.5.)$$

где  $\text{Re}$  — критерий Рейнольдса;

$K$  — высота выступов шероховатости (абсолютная шероховатость), см. табл. 8.5.

При инженерных расчетах потери давления на трение  $\Delta p_{\text{тр}}$ , Па (кг/м<sup>2</sup>), в воздуховоде длиной  $l$ , м, определяются по выражению

$$\Delta p_{\text{тр}} = R \cdot l, \quad (8.6.)$$

где  $R$  — потери давления на 1 мм длины воздуховода, Па/м [кг/(м<sup>2</sup> · м)].

Для определения  $R$  составлены таблицы и номограммы. Номограммы (рис. 8.5 и 8.6) построены для условий: форма сечения воздуховода — круг диаметром  $d$ , давление воздуха 98 кПа (1 ат), температура 20 °С, шероховатость  $r = 0,1$  мм.

Для расчета воздуховодов и каналов прямоугольного сечения пользуются таблицами и номограммами для круглых воздуховодов, вводя при этом эквивалентный диаметр прямоугольного воздуховода, при котором потери давления на трение в круглом  $R$  и прямоугольном  $R_{\text{пр}}$  воздуховодах равны.

В практике проектирования получили распространение три вида эквивалентных диаметров:

■ по скорости

$$d_v = \frac{2 \cdot a \cdot b}{(a + b)}$$

при равенстве скоростей  $v = v_{\text{пр}}$ ;

■ по расходу

$$d_L = 1,265 \cdot \sqrt[5]{\frac{a^3 \cdot b^3}{(a + b)}}$$

при равенстве расходов  $L = L_{\text{пр}}$ ;

■ по площади поперечного сечения

$$d_f = 2 \cdot \sqrt{\frac{a \cdot b}{\pi}}.$$

при равенстве площадей сечения

$$a \cdot b = \frac{\pi \cdot d_f^2}{4}.$$

При расчете воздуховодов с шероховатостью стенок, отличающейся от предусмотренной в таблицах или в номограммах ( $K = 0,1$  мм), дают поправку к табличному значению удельных потерь давления на трение:

$$R_{\text{ш}} = R \cdot \beta_{\text{ш}}, \quad (8.7.)$$

где  $R$  — табличное значение удельных потерь давления на трение;

$\beta_{\text{ш}}$  — коэффициент учета шероховатости стенок (табл. 8.6).

**Потери давления в местных сопротивлениях.**

В местах поворота воздуховода, при делении и слиянии потоков в тройниках, при изменении размеров воздуховода (расширение — в диффузоре, сужение — в конфузоре), при входе в воздуховод или в канал и выходе из него, а также в местах установки регулирующих устройств (дросселей, шиберов, диафрагм) наблюдается падение давления в потоке перемещающегося воздуха. В указанных местах происходит перестройка полей скоростей воздуха в воздуховоде и образование вихревых зон у стенок, что сопровождается потерей энергии потока. Выравнивание потока происходит на некотором расстоянии после прохождения этих мест. Условно, для удобства проведения аэродинамического расчета, потери давления в местных сопротивлениях считают сосредоточенными.

Потери давления в местном сопротивлении определяются по формуле

$$\Delta p_{\text{м.с}} = \zeta \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \quad (8.8.)$$

где  $\zeta$  — коэффициент местного сопротивления (обычно  $0 < \zeta < 10$ , в отдельных случаях имеет место отрицательное значение, при расчетах следует учитывать знак  $\zeta$ ).



Таблица 8.5

Абсолютная шероховатость стенок воздуховодов  $K$ , мм, изготовленных из различных материалов

| Материал стенок воздуховода                                | $K$ , мм    |
|------------------------------------------------------------|-------------|
| Листовая сталь                                             | 0,1         |
| Шлакогипсовые плиты                                        | 1,0         |
| Шлакобетонные плиты                                        | 1,5         |
| Винипласт                                                  | 0,1         |
| Кирпичная кладка (каналы в стенах)                         | 5,0–10,0    |
| Кирпичная кладка со штукатуркой<br>и протиркой поверхности | 3,0–6,0     |
| Штукатурка по сетке                                        | 10,0        |
| Латунь, стекло                                             | 0,0015–0,01 |
| Резиновые рукава                                           | 0,006–0,01  |

Таблица 8.6

Поправочный коэффициент  $\beta_w$  для расчета воздуховодов с различной шероховатостью стенок  $K$ , мм, при различных скоростях движения воздуха в сечении  $v$ , м/с

| $v$ , м/с | $\beta_w$ |           |           |           |           |            |            |            |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
|           | $K = 0,1$ | $K = 0,2$ | $K = 0,5$ | $K = 2,0$ | $K = 5,0$ | $K = 10,0$ | $K = 15,0$ | $K = 20,0$ |
| 0,3       | 0,996     | 1,005     | 1,019     | 1,082     | 1,183     | 1,309      | 1,407      | 1,488      |
| 0,5       | 0,993     | 1,008     | 1,031     | 1,127     | 1,267     | 1,413      | 1,552      | 1,650      |
| 1,0       | 0,986     | 1,015     | 1,057     | 1,216     | 1,420     | 1,637      | 1,792      | 1,915      |
| 2,5       | 0,966     | 1,034     | 1,120     | 1,388     | 1,682     | 1,973      | 2,173      | 2,329      |
| 3,0       | 0,960     | 1,039     | 1,136     | 1,429     | 1,740     | 2,045      | 2,254      | 2,418      |
| 5,0       | 0,938     | 1,057     | 1,189     | 1,549     | 1,908     | 2,253      | 2,487      | 2,669      |
| 10,0      | 0,894     | 1,088     | 1,270     | 1,712     | 2,130     | 2,524      | 2,790      | 2,996      |
| 15,0      | 0,861     | 1,107     | 1,316     | 1,800     | 2,247     | 2,666      | 2,948      | 3,166      |

Коэффициент  $\zeta$  относится к наибольшей скорости в суженном сечении участка или скорости в сечении участка с меньшим расходом (в тройнике). В таблицах коэффициентов местных сопротивлений указано, к какой скорости относится  $\zeta$ .

Потери давления в местных сопротивлениях участка,  $z$ , рассчитываются по формуле

$$z = \sum \zeta \cdot p_d, \quad (8.9)$$

где  $\sum \zeta$  — сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке.

Общие потери давления на участке воздуховода длиной  $l$ , м, при наличии местных сопротивлений:

$$\Delta p_{\Sigma} = R\beta_w \cdot l + z, \quad (8.10)$$

где  $R\beta_w$  — потери давления на 1 м длины воздуховода;

$z$  — потери давления в местных сопротивлениях участка.



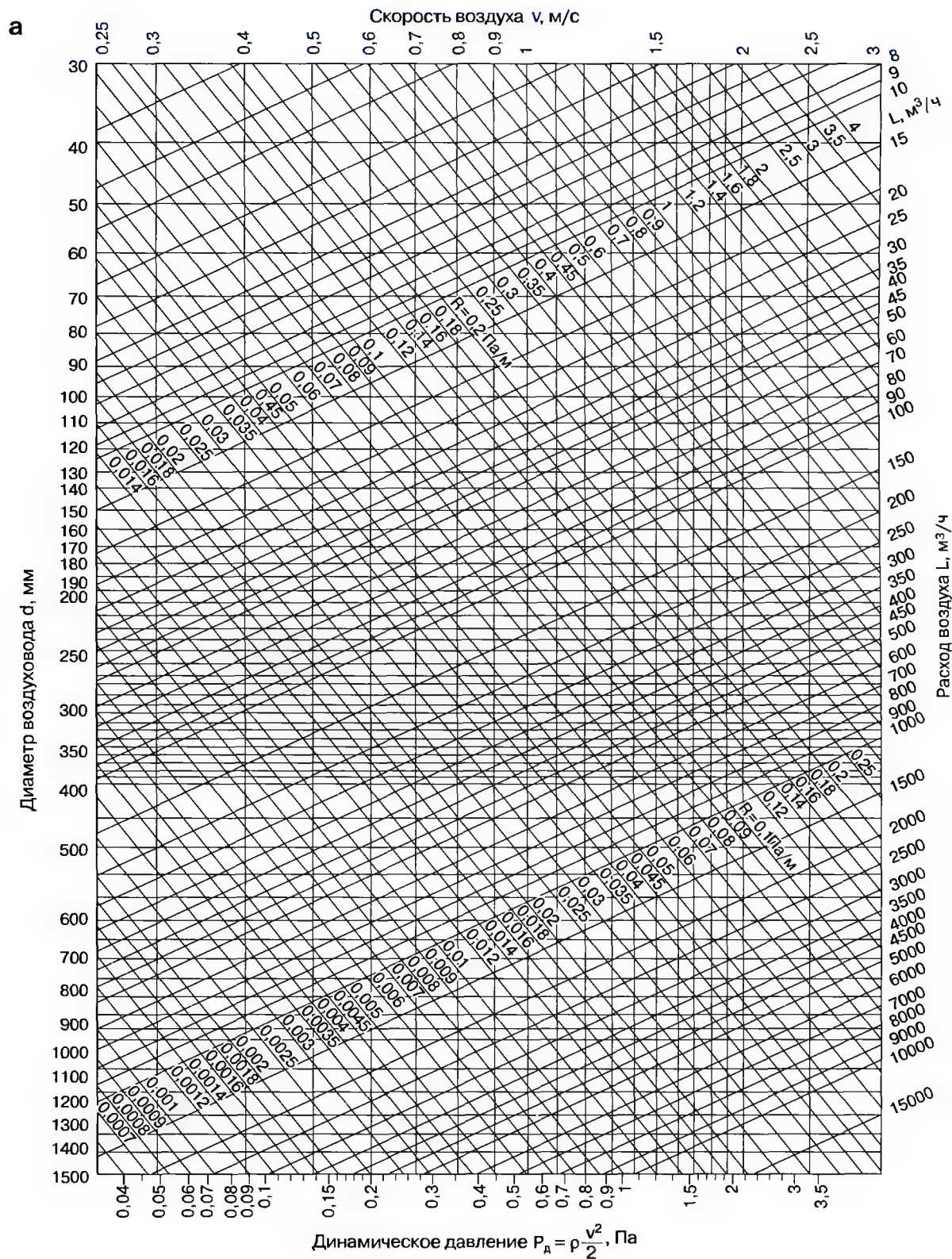


Рис. 8.5. Номограмма для определения потерь давления на трение в круглых воздуховодах естественной вентиляции

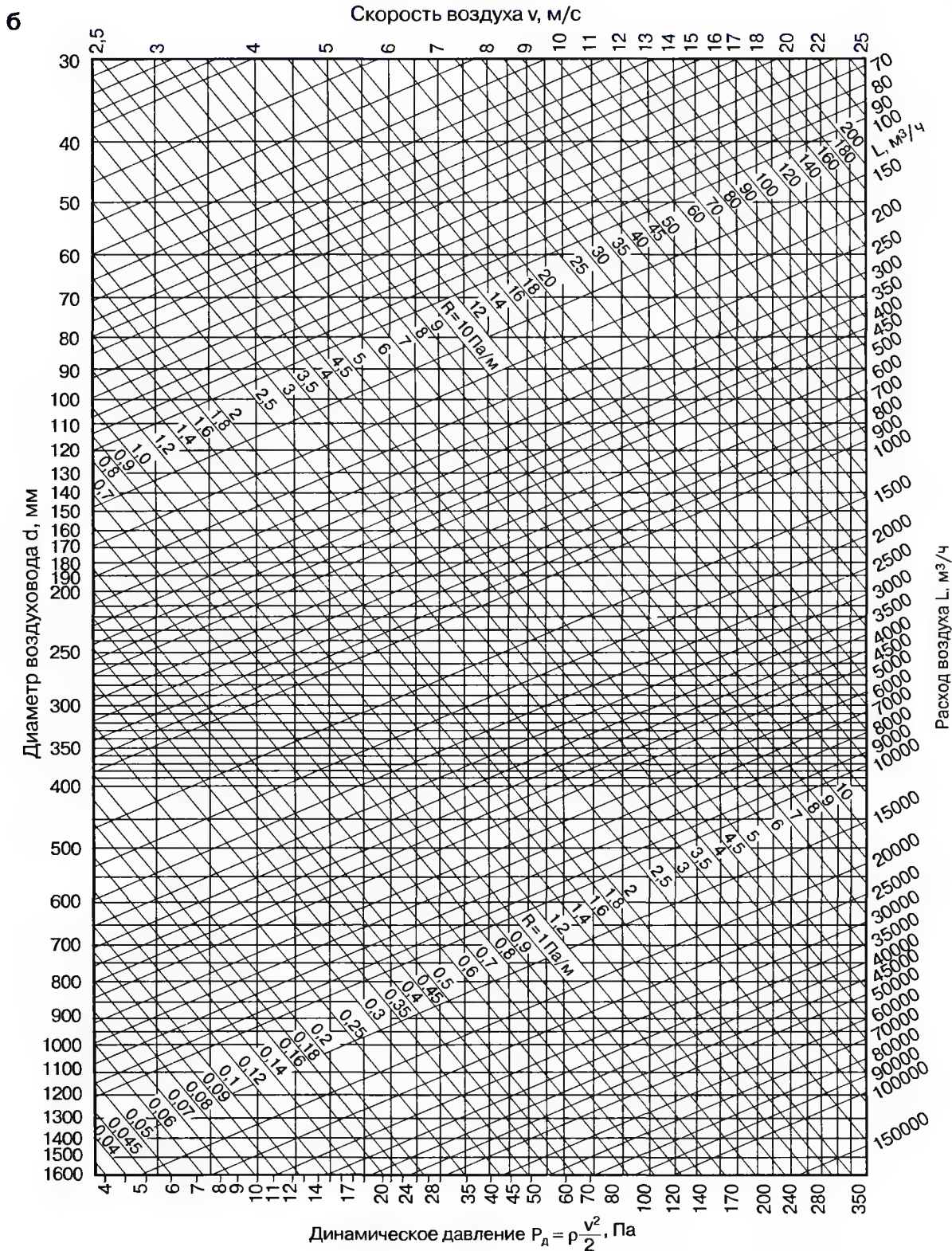


Рис. 8.6. Номограмма для определения потерь давления на трение в круглых воздуховодах механической вентиляции

## ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА

Аэродинамический расчет систем вентиляции выполняют после расчета воздухообмена в помещениях и решения по трассировке воздуховодов и каналов. Для проведения аэродинамического расчета на основе архитектурно-строительной и технологической (в случае необходимости) частей проекта вычерчивают аксонометрическую схему системы вентиляции, по которой определяют протяженность отдельных ее ветвей и размещают элементы сети.

Схему разбивают на отдельные расчетные участки. Расчетный участок характеризуется постоянным расходом воздуха. Потери давления на участке зависят от скорости движения воздуха и складываются из потерь на трение и потерь в местных сопротивлениях.

Намечается основное расчетное направление, представляющее собой цепочку последовательно расположенных участков от начала системы до наиболее удаленного ответвления. При наличии нескольких цепочек, одинаковых по протяженности, за магистральное направление принимается наиболее нагруженная (имеющая больший расход).

Потери давления в системе равны потерям давления в основной расчетной цепи, складывающимся из потерь давления на всех последовательно расположенных участках, составляющих цепь, и потерь давления в вентиляционном оборудовании (калориферах, фильтрах и пр.).

## АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ С МЕХАНИЧЕСКИМ ПОБУЖДЕНИЕМ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА

Расчет состоит из двух этапов: расчета участков основного направления и увязки всех остальных участков системы. Расчет проводится в указанной ниже последовательности.

**1. Определение нагрузки отдельных расчетных участков.** Систему разбивают на отдельные участки и определяют расход воздуха на каждом из них. Расходы определяют суммированием расходов на отдельных ответвлениях начиная с периферийных

участков. Значения расходов, длину каждого из участков наносят на аксонометрическую схему.

**2. Выбор основного направления.** Выявляют наиболее протяженную цепочку последовательно расположенных расчетных участков. Фиксируют оборудование и устройства, в которых происходят потери давления: жалюзийные решетки, калориферы, фильтры и пр.

**3. Нумерация участков основного расчетного пути.** Участки основного направления нумеруют начиная с участка с меньшим расходом. Расход и длину каждого участка основного направления заносят в таблицу аэродинамического расчета.

**4. Определение размеров сечения расчетных участков магистрали.** Площадь поперечного сечения расчетного участка  $f_p$ ,  $m^2$ , определяют по формуле

$$f_p = \frac{L_p}{v_t}, \quad (8.11)$$

где  $L_p$  — расчетный расход воздуха на участке,  $m^3/c$ ;  
 $v_t$  — рекомендуемая скорость движения воздуха на участке,  $m/c$ , исходя из экономичности и бесшумности (для общественных зданий до  $8 m/c$ , см. табл. 8.7).

По величине  $f_p$  подбирают стандартные размеры воздуховода или канала так, чтобы фактическая площадь поперечного сечения была близка к расчетной  $f_\phi \approx f_p$ .

Результатом расчета являются величины  $d$  или  $a \times b$ , соответствующие принятой площади поперечного сечения. Для прямоугольного воздуховода, кроме того, определяют эквивалентный диаметр. Эти величины заносят в расчетную таблицу.

**5. Определение фактической скорости.** Фактическую скорость определяют по формуле

$$v = \frac{L_p}{f_\phi}. \quad (8.12)$$

По этой величине вычисляют динамическое давление на участке.

**6. Определение потерь давления на трение.** По номограммам или по таблицам определяют  $R = f(v, d)$  и  $\beta_\omega$ . Потери давления на трение на расчетном участке равны  $R \cdot \beta_\omega \cdot l$  (заносятся в расчетную таблицу).

**7. Определение потерь давления в местных сопротивлениях.** Для каждого вида местного сопротивления на участке по АЗ-804 (СантехНИИпроект)



Таблица 8.7

Рекомендуемые скорости движения воздуха на участках и в элементах вентиляционных систем

| Участки и элементы<br>вентиляционных систем    | Рекомендуемые скорости, м/с, движения воздуха в системах вентиляции: |                                           |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                                | естественной                                                         | механической (для общественных помещений) |
| Жалюзи воздухозабора                           | 0,5–1,0                                                              | 2,0–4,0                                   |
| Приточные шахты                                | 1,0–2,0                                                              | 2,0–6,0                                   |
| Горизонтальные воздуховоды<br>и сборные каналы | 1,0–1,5                                                              | 5,0–9,0                                   |
| Вертикальные каналы                            | 1,0–1,5                                                              | 2,0–5,0                                   |
| Приточные решетки<br>у потолка                 | 0,5–1,0                                                              | 0,5–1,0                                   |
| Вытяжные решетки                               | 0,5–1,0                                                              | 1,0–2,0                                   |
| Вытяжные шахты                                 | 1,5–2,0                                                              | 3,0–6,0                                   |

или по справочной литературе (Справочник проектировщика. Под ред. И.Г. Старовойтова, ч. 2. М. 1978) определяют коэффициент местного сопротивления  $\zeta_j$ . По  $\sum \zeta_j$  и динамическому давлению определяют потери давления в местных сопротивлениях на участке:

$$z = \sum \zeta_j \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}.$$

(8.13)

Если окажется, что коэффициент местного сопротивления относится не к скорости на расчетном участке, то необходимо сделать пересчет  $\zeta_j$ :

$$\zeta_j = \zeta_r \cdot \left( \frac{v_r}{v} \right),$$

(8.14)

где  $\zeta_r$  — табличное значение коэффициента местного сопротивления;

$v_r$  — скорость воздуха, рекомендуемая в таблицах для определения  $z$ .

8. Определение потерь давления на расчетном ( $i$ -м) участке производится по формуле (8.9).

9. Определение потерь давления в системе. Общие потери давления в системе

$$\Delta p_n = \sum_{i=1}^N (R\beta_{ш} \cdot l + z) \cdot i + \sum \Delta p_{об},$$

(8.15)

где 1...N — номера участков основного направления;

$\Delta p_{об}$  — потери давления в оборудовании и других устройствах вентиляционной системы. При расчете вентиляционных систем, обслуживающих несколько по-

мещений, в которых поддерживается разное давление, необходимо учитывать избыточный подпор или разрежение. Значение подпора или разрежения ( $\pm \Delta p_{пом}$ ) определяется при расчете воздушного режима здания и добавляется к общим потерям давления:

$$\Delta p_n = \sum_{i=1}^N (R\beta_{ш} \cdot l + z) \cdot i + \sum \Delta p_{об} \pm \Delta p_{пом}.$$

(8.16)

На этом кончается первый этап расчета системы; значение  $\Delta p_n$  служит для подбора вентиляторов.

10. Увязку всех остальных участков системы проводят начиная с самых протяженных ответвлений. При увязке каждого ответвления известны потери в нем, которые равны потерям от точки разветвления до конца главного пути:

$$(R\beta_{ш} \cdot l + z)_{отв} = (R\beta_{ш} \cdot l + z)_{парал.уч.}$$

Для расчета ответвлений применяется способ последовательного подбора. Размеры сечений ответвлений считаются подобранными, если относительная невязка потерь не превышает 15 %.

Для увязки отдельных ветвей устанавливают диафрагмы, назначение которых — погасить избыточный подпор.

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ  
СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ С  
ЕСТЕСТВЕННЫМ ПОБУЖДЕНИЕМ  
ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА

Расчет отличается малыми значениями рекомендуемых скоростей и заданным располагаемым дав-



лением. В этом случае основное расчетное направление должно проходить через наиболее удаленную ветвь системы, имеющую наименьшее располагаемое давление:

$$p_{\text{расп}} = H_i \cdot \Delta\rho \cdot g, \quad (8.17)$$

где  $H_i$  — расстояние по вертикали от центра вытяжной решетки на входе воздуха в расчетное ответвление до устья вытяжной шахты;

$\Delta\rho$  — расчетная разность плотности наружного и внутреннего воздуха;

$g$  — ускорение свободного падения, равное на широте г. Москвы  $9,8 \text{ м/с}^2$ .

Потери давления по основному расчетному направлению должны быть меньше  $p_{\text{расп}}$  на величину запаса 5–10%. Увязку ответвлений с основным направлением проводят с учетом разницы располагаемого давления для отдельных ответвлений.

### ПРИМЕР РАСЧЕТА ВОЗДУХОВОДОВ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

#### Исходные данные

Рассчитать систему вытяжной вентиляции с естественным побуждением движения воздуха (рис. 8.7). Нагрузка и длина отдельных участков системы приведены в табл. 8.8. Плотность воздуха  $\rho_v = 1,2 \text{ кг/м}^3$  (при  $t_v = 20^\circ\text{C}$ ),  $\rho_n = 1,27 \text{ кг/м}^3$  (при  $t_n = 5^\circ\text{C}$ ). Вертикальные каналы в стенах кирпичные, оштукатуренные ( $K = 5 \text{ мм}$ , табл. 8.5), горизонтальные — шлакогипсовые ( $K = 1 \text{ мм}$ ). Шахта изнутри оштукатурена по сетке ( $K = 10 \text{ мм}$ ).

#### Решение

##### 1. Выбор и расчет основного направления:

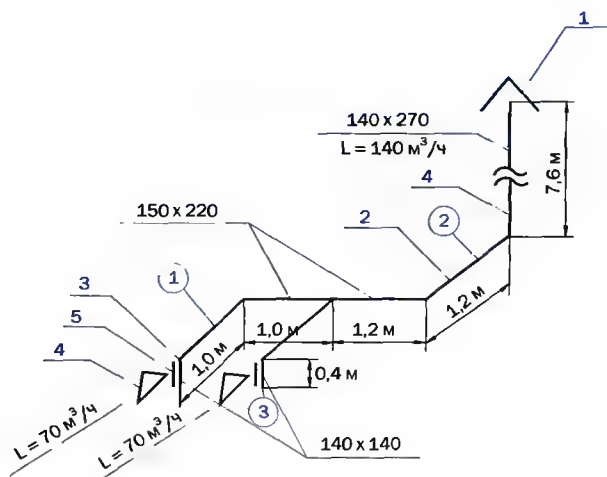
а) располагаемое давление рассчитывается по формуле (8.18):

$$p_{\text{расп}} = 8,0 \cdot (1,27 - 1,20) \cdot 9,8 = 5,488 \text{ Па};$$

б) основное направление принимается через участки 1 и 2. Учитывая, что каналы изготовлены из различных материалов, расчетная таблица 8.5 заполняется с учетом материала воздушных каналов;

в) значение  $d_v$ , мм, рассчитывается по формуле

$$d_v = \frac{2 \cdot a \cdot b}{(a + b)};$$



**Рис. 8.7.** Расчетная аксонометрическая схема к примеру: 1 — вытяжной зонтик; 2 — утепленный шлакогипсовый короб; 3 — кирпичный канал; 4 — шахта кирпичная, оштукатуренная по сетке; 5 — решетка. Цифры в кружках — нумерация участков

г) величина потерь давления на трение  $R$ , Па/м, определяется по номограмме, рис. 8.5, при заданных значениях ( $L$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$  и  $v$ ,  $\text{м/с}$ );

в)  $\beta_w$  принимаем в зависимости от скорости  $v$ ,  $\text{м/с}$ , и шероховатости каналов  $K$ ,  $\text{мм}$ , по табл. 8.6;

г) динамическое сопротивление  $P_d$ , Па, рассчитывается по формуле (8.2) или принимается по номограмме, рис. 8.5;

ж) коэффициенты местных сопротивлений приняты по «Справочнику проектировщика», ч. 2 под ред. И.Г. Старовойтова:

участок 1 — решетка  $\zeta = 0,3$ ;

2 колена с поворотом на  $90^\circ$  —  $\zeta = 1,2 \cdot 2 = 2,4$ ;

участок 2 — тройник вытяжной на проходе  $\alpha = 90^\circ$  при  $f_o/f_n = 1,0$  и  $L_o/L_c = 0,5$ ,  $\zeta = 1,0$ ;

2 колена  $\zeta = 1,2 \cdot 2 = 2,4$ ;

вытяжная шахта с диффузором и зонтом  $\zeta = 0,6$ .

Расчеты приведены в табл. 8.8.

$$\text{Запас} \frac{5,488 - 5,197}{5,488} \cdot 100 = 5,3\%,$$

(допустимая величина), что меньше  $p_{\text{расп}}$  на величину в пределах 5–10% (см. «Аэродинамический расчет систем вентиляции с естественным побуждением движения воздуха»).

##### 2. Проведем аэродинамический расчет участка 3:

участок 3 — решетка  $\zeta = 0,3$ ;

колено  $\zeta = 1,2$ ;

тройник на всасывание (ответвление)

при  $f_o/f_n = 1,00$  и  $L_o/L_c = 0,5$ ,  $\zeta = -0,2$ .

Таблица 8.8

Аэродинамический расчет естественной вытяжной вентиляции

| № участка | $L$ ,<br>м <sup>3</sup> /ч | $l$ ,<br>м | $a \cdot b$ ,<br>мм | $d_{\text{в}}$ ,<br>мм | $f$ ,<br>м <sup>2</sup> | $v$ ,<br>м/с | $R$ ,<br>Па/м | $\beta_{\text{ш}}$ ,<br>м | $R\beta_{\text{ш}}/l$ ,<br>Па | $P_{\text{г}}$ ,<br>Па | $\Sigma \zeta_{\text{с}}$ | $z$ ,<br>Па | $R\beta_{\text{ш}}/l + z$ ,<br>Па | $\Sigma(R\beta_{\text{ш}}/l + z)$ ,<br>Па |
|-----------|----------------------------|------------|---------------------|------------------------|-------------------------|--------------|---------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------|---------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|
| 1         | 70                         | 0,4        | 140×140             | 140                    | 0,02                    | 0,972        | 0,12          | 1,42                      | 0,068                         | 0,567                  | 0,3                       | 0,170       | 0,238                             | 0,238                                     |
|           |                            | 2,0        | 150×220             | 178                    | 0,033                   | 0,589        | 0,035         | 1,08                      | 0,08                          | 0,208                  | 2,4                       | 0,499       | 0,579                             |                                           |
| 2         | 140                        | 2,4        | 150×220             | 178                    | 0,033                   | 1,178        | 0,12          | 1,12                      | 0,32                          | 0,833                  | 2,2                       | 1,83        | 2,15                              | 2,967                                     |
|           |                            | 7,6        | 140×270             | 184                    | 0,038                   | 1,023        | 0,08          | 1,64                      | 1,00                          | 0,628                  | 1,8                       | 1,13        | 2,23                              | 5,197                                     |
| 3         | 70                         | 0,4        | 140×140             | 140                    | 0,02                    | 0,972        | 0,12          | 1,42                      | 0,068                         | 0,567                  | 1,5                       | 0,85        | 0,918                             | 0,918                                     |
|           |                            | 0,8        | 150×220             | 178                    | 0,033                   | 0,589        | 0,035         | 1,08                      | 0,030                         | 0,208                  | -0,2                      | -0,042      | -0,012                            | 0,906                                     |

Невязка 1 и 3 участков

$$\frac{0,817 - 0,906}{0,817} \cdot 100\% = 10,9\%,$$

(допустимая величина), что меньше 15 % (см. “Аэродинамический расчет систем вентиляции с механическим побуждением движения воздуха”, п. 10).

# ПРИМЕР РАСЧЕТА ВОЗДУХОВОДОВ ПРИТОЧНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

## Исходные данные

Рассчитать систему приточной вентиляции с механическим побуждением движения воздуха (см. рис. 8.8). Нагрузка и длина отдельных участков системы приведены в табл. 8.9. Воздуховоды — круглые, металлические. Шумоглушитель условно не показан.

## Решение

### 1. Выбор и расчет магистрального направления:

а) наиболее протяженным направлением является направление через участки 1 и 2. Диаметры круглых металлических воздуховодов принимаются по скорости воздуха исходя из рекомендаций табл. 8.2 с учетом бесшумности работы системы и минимальных потерь напора. Для встроенно-пристроенного помещения кафе рекомендуемые скорости до 9 м/с;

б) по диаметру воздуховода определяется  $f$ , м<sup>2</sup>, затем по формуле (8.12) рассчитываем фактическую скорость в воздуховоде;

г) величина потерь давления на трение  $R$ , Па/м, определяется по номограмме, рис. 8.6 при заданных значениях  $L$ , м<sup>3</sup>/ч, и  $v$ , м/с;

д)  $\beta_{\text{ш}}$ , мм, принимаем в зависимости от скорости

$v$ , м/с, по табл. 8.6 при  $K = 0,1$  для воздуховодов из стали;

е) динамическое давление  $P_d$ , Па, рассчитывается по формуле (8.2) или принимается по номограмме 8.6;

ж) коэффициенты местных сопротивлений приняты по “Справочнику проектировщика”, ч. 2, под ред. И.Г. Старовойтова:

участок 1 — решетка жалюзийная  $\zeta = 0,3$ ;

колено  $\zeta = 1,2$ ;

тройник приточный на проход  $\alpha = 90^\circ$  при  $f_o + f_n = f_c$  и  $v_o/v_c = 0,66$ ,  $\zeta = 0,65$ ;

участок 2 — конфузор перед вентилятором  $\alpha = 30^\circ$   $\zeta = 0,15$ ;

два колена  $\zeta = 2 \cdot 1,2 = 2,4$ ;

регулирующий клапан приточной установки  $\zeta = 0,5$ ;

калорифер приточной установки  $\Delta P_{ог} = 5,5$  Па;

диффузор после вентилятора  $\alpha = 20^\circ$   $\zeta = 1,0$ ;

колено  $\zeta = 1,2$ ;

приточная шахта с диффузором и зонтом  $\zeta = 0,4$ .

Расчеты приведены в табл. 8.9.

Суммарные потери давления на участках 1—3 составляют 148,67 Па. По величине потерь давления с учетом 10% запаса и расхода воздуха 6800 м<sup>3</sup>/ч подбирается вентилятор.

### 2. Проведем аэродинамический расчет участка 4:

участок 4 — решетка  $\zeta = 0,3$ ;

тройник приточный, боковое ответвление при  $f_o + f_n = f_c$  и  $v_o/v_c = 2,4$ ,  $\zeta = 0,7$ .

Невязка участков 1 и 4 составляет

$$\frac{28,27 - 28,55}{28,27} \cdot 100\% = 1,0\%,$$

(допустимая величина), что меньше 15 % (см. “Аэродинамический расчет систем вентиляции с механическим побуждением движения воздуха”, п. 10).

Таблица 8.9

Аэродинамический расчет приточной механической вентиляции

| $L$ ,<br>м <sup>3</sup> /ч | $l$ ,<br>м | $d$ ,<br>мм | $f$ ,<br>м <sup>2</sup> | $v$ ,<br>м/с | $R$ ,<br>Па/м | $\beta_{ш}$ ,<br>м | $R\beta_{ш}l$ ,<br>Па | $P_q$ ,<br>Па | $\Sigma\zeta_0$ | $Z$ ,<br>Па | $R\beta_{ш}l + Z$ ,<br>Па | $\Sigma(R\beta_{ш}l + Z)$ ,<br>Па |
|----------------------------|------------|-------------|-------------------------|--------------|---------------|--------------------|-----------------------|---------------|-----------------|-------------|---------------------------|-----------------------------------|
| 2000                       | 5,6        | 400         | 0,126                   | 4,41         | 0,58          | 0,98               | 3,18                  | 11,67         | 2,15            | 25,09       | 28,27                     | 28,27                             |
| 6800                       | 5,0        | 630         | 0,320                   | 6,054        | 0,6           | 0,92               | 2,76                  | 21,99         | 5,15            | 113,25      | 116,01                    | 144,28                            |
| 4800                       | 1,2        | 500         | 0,196                   | 6,8          | 0,9           | 0,97               | 0,81                  | 27,74         | 1,0             | 27,74       | 28,55                     | 28,55                             |

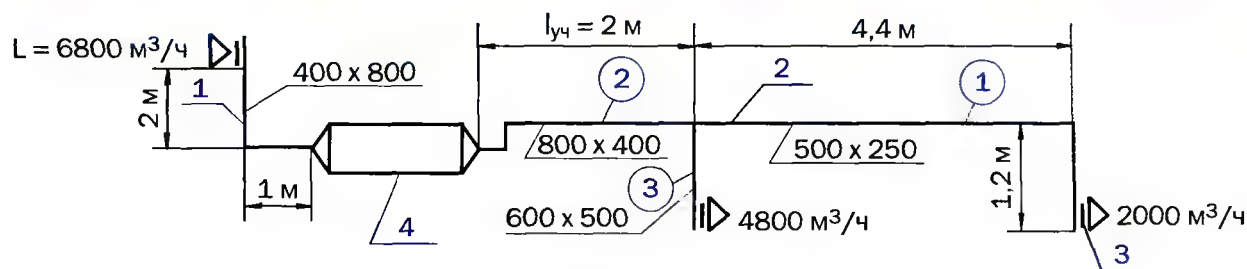


Рис. 8.8. Расчетная схема воздуховодов приточной системы к примеру:

1 — приточная шахта с диффузором и зонтом; 2 — воздуховод; 3 — решетка; 4 — приточная установка.  
Цифры в кружках — нумерация участков

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО РАСЧЕТА СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

Программный комплекс автоматизированного рабочего места проектирования систем отопления и вентиляции ТЕРПООВ включает в себя WinVSV — аэродинамический расчет систем вентиляции: приточных, вытяжных с круглыми или прямоугольными воздуховодами. Предусмотрена возможность задавать располагаемый напор (выбор вентилятора в заданном режиме).

Увязка участков системы производится плоскими или конусными шайбами (диафрагмами) или расходами воздуха.

Входная и выходная информация представляется в табличной форме.

Предусмотрен графический ввод информации (на базе строительной подосновы ПС «ТЕПЛО»,

«ПОТОК») и выдача графической проектной документации: планов вентиляции, схем систем воздуховодов.

Вся нормативно-справочная информация вынесена за пределы программы и доступна для корректировки любым текстовым редактором. Сортаменты воздуховодов представлены в виде таблиц, число которых достигает 10.

Итоги расчетов: сечения воздуховодов, потери давления, сечения диафрагм, поверхность воздуховодов по отдельным системам.

В отличие от применявшейся ранее для аэродинамического расчета систем вентиляции программы SVENT, которая работает в системе DOS (версия: декабрь 1998 г.), программный комплекс ТЕРПООВ и модуль WinVSV работают в системе Windows (версия: май 2000 г.).

## Глава 9. Воздухораспределение в помещениях

### Общая часть

Выбор схемы вентиляции для создания в помещениях воздушной среды, удовлетворяющей установленным гигиеническим нормам и технологическим требованиям встроенно-пристроенных помещений, зависит от их назначения, размеров, вида вредных выделений. Кратность воздухообмена для определения вентиляционных объемов воздуха устанавливается или рассчитывается на основании **СНиП 2.04.05-91\*** и других нормативных документов по проектированию зданий различного назначения.

### Схемы воздухораспределения в помещениях различного назначения

Эффективность вентиляции помещения в большой мере зависит от взаимного расположения устройств для подачи и удаления воздуха (рис. 9.1).

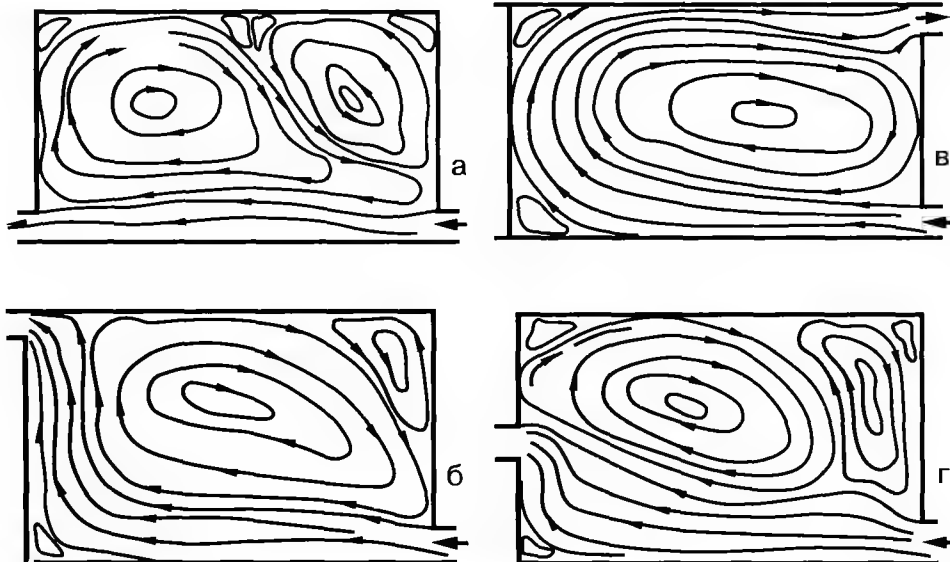


Рис. 9.1. Схемы движения воздушных потоков в вентилируемом помещении

Из рассмотренных схем (без учета воздействия тепловых источников, загромождения помещения мебелью или оборудованием) лучшей является схема в, а худшей — а, так как в первом случае наблюдается лучшее омывание свежим воздухом, а во втором — весьма малое пространство занято свежим воздухом. Примерно то же самое относится и к схеме б. Невысокую эффективность вентиляции обеспечивают схемы, в которых приточное и вытяжное отверстия расположены у пола или у потолка. Схемы движения воздуха в реальных условиях сложны и изучаются при помощи визуализации воздушных потоков.

### Воздухораспределение струями

Струей называют поток жидкости или газа с конечными поперечными размерами (рис. 9.2).

В технике вентиляции приходится иметь дело со струями воздуха, истекающего в помещение, заполненное воздухом. Такие струи называют затопленными.



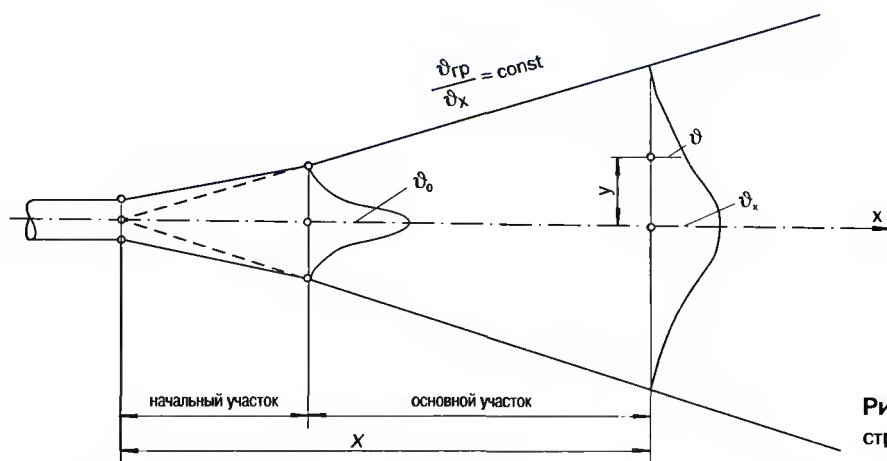


Рис. 9.2. Истечение изотермической струи в безграничное пространство

В зависимости от аэродинамического режима струи могут быть ламинарными и турбулентными. Приточные вентиляционные струи всегда турбулентны.

Различают струи изотермические и неизотермические. Струя является изотермической, если температура во всем ее объеме одинакова и равна температуре окружающего воздуха. Для вентилирования помещений в подавляющем большинстве случаев применяются неизотермические струи.

Струю называют свободной, если она истекает в достаточно большое пространство и не имеет никаких помех для своего свободного развития. Если на развитие струи ограждающие конструкции помещения оказывают какое-либо воздействие, то такую струю называют несвободной или стесненной. Вентиляционные приточные струи обычно развиваются в помещениях ограниченных размеров и могут испытывать влияние ограждающих конструкций.

По геометрической форме воздушные струи делятся на компактные, плоские и веерные. Компактные струи (рис. 9.3, а) образуются при выпуске воздуха из круглых и прямоугольных отверстий, как открытых, так и затененных решетками или различного вида перфорированными устройствами.

Плоские струи (рис. 9.3, б, в) формируются при истечении воздуха из воздухопроводов активной раздачи, прямоугольных вытянутых отверстий (открытых или оформленных различными устройствами).

Плоская на истечении струя на расстоянии, равном  $6L$  ( $L$  — размер длинной стороны щелевого распределителя), трансформируется в круглую, и ее течение подчиняется законам осесимметричных струй.

Компактные и плоские струи считаются настилающимися, если распространяются вдоль ограждающих поверхностей помещения (их дальность больше, чем у свободной (нестесненной) струи). Они, в свою очередь, называются прямоточными, если векторы скорости на истечении параллельны между собой, или рассеянными, если векторы скорости расходятся под некоторыми углами друг к другу.

Во встроенно-пристроенных помещениях обычно компактные или плоские настилающиеся струи применяют в гаражах-стоянках.

Веерные струи (рис. 9.4) образуются при подаче воздуха в помещение через насадки с препятствием, установленным поперек потока.

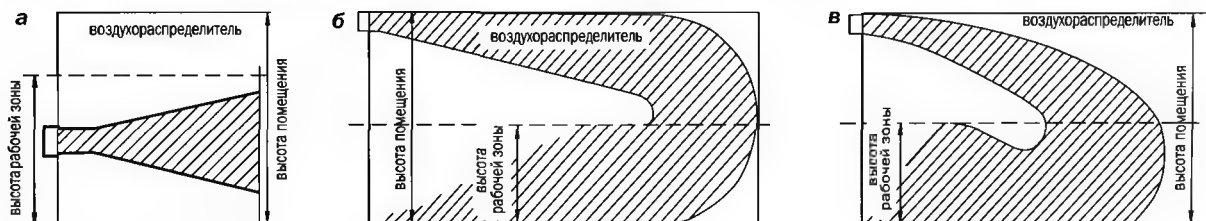


Рис. 9.3. Воздушные струи:

а — компактная приточная; б — плоская настилающаяся, в — плоская свободная (нестесненная)

Разновидности веерных струй: компактные — при полном заполнении площади струи на уровне обслуживаемой зоны; неполные — при кольцевом заполнении площади; конические — имеющие сложную неполную поверхность (в зависимости от конструкции воздухораспределителя). Неполные и конические струи имеют тенденцию к трансформации в компактные.

Веерные струи различной модификации успешно применяются во встроенно-пристроенных помещениях, которые часто имеют небольшую высоту. Струи, которым с помощью установленного на выходе закручивающего устройства придается вращательное движение, называются закрученными. У таких струй высокая интенсивность перемешивания с окружающим воздухом, поэтому малые скорости потока и избыточная температура отмечаются на меньшем расстоянии от воздухораспределителя, чем у прямоточных струй.

Обычно такие струи применяются при необходимости раздачи большого количества воздуха (горячие цеха кафе, ресторанов).

Зависимости, характеризующие струи

При истечении воздушной струи из круглого отверстия в безграничное пространство, заполненное неподвижным воздухом, струя расширяется и постепенно размывается окружающей средой (рис. 9.2). В свободной струе различают два участка: начальный и основной. На начальном участке по оси струи скорость воздуха неизменна и равна скорости воздуха в отверстии. Область струи с постоянными скоростями называют ядром струи. Воздух в ядре струи сохраняет все свои начальные параметры: скорость, температуру и другие физические и химические свойства.

Таблица 9.1

Расчетные формулы для различных типов струй

| Расчетная величина            | Обозначение величины                | Расчетная формула                                                                                                  |
|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Компактная струя              |                                     |                                                                                                                    |
| Относительная осевая скорость | $\bar{v}_{oc} = \frac{v_{oc}}{v_o}$ | $\frac{12,4 \cdot \sqrt{\beta_o}}{(\bar{x} - \bar{x}_o)}$                                                          |
| Относительный объемный расход | $\bar{L}_x = \frac{L_x}{L_o}$       | $0,155 \cdot \sqrt{\beta_o} \cdot (\bar{x} - \bar{x}_o)$                                                           |
| Плоская струя                 |                                     |                                                                                                                    |
| Относительная осевая скорость | $\bar{v}_{oc} = \frac{v_{oc}}{v_o}$ | $\frac{3,8 \cdot \sqrt{\beta_o}}{\sqrt{(\bar{x} - \bar{x}_o)}}$                                                    |
| Относительный объемный расход | $\bar{L}_x = \frac{L_x}{L_o}$       | $0,375 \cdot \sqrt{\beta_o} \cdot \sqrt{(\bar{x} - \bar{x}_o)}$                                                    |
| Веерная струя                 |                                     |                                                                                                                    |
| Относительная осевая скорость | $\bar{v}_{oc} = \frac{v_{oc}}{v_o}$ | $\frac{3,8 \cdot \sqrt{\beta_o}}{\sqrt{\left(1 + \frac{\bar{x}}{\bar{x}_и}\right) \cdot (\bar{x} - \bar{x}_o)}}$   |
| Относительный объемный расход | $\bar{L}_x = \frac{L_x}{L_o}$       | $\frac{0,375 \cdot \sqrt{\beta_o}}{\sqrt{\left(1 + \frac{\bar{x}}{\bar{x}_и}\right) \cdot (\bar{x} - \bar{x}_o)}}$ |

Примечание:  $\bar{x}_o$  — относительное полюсное расстояние;  $\beta_o$  — коэффициент турбулентной структуры струи.

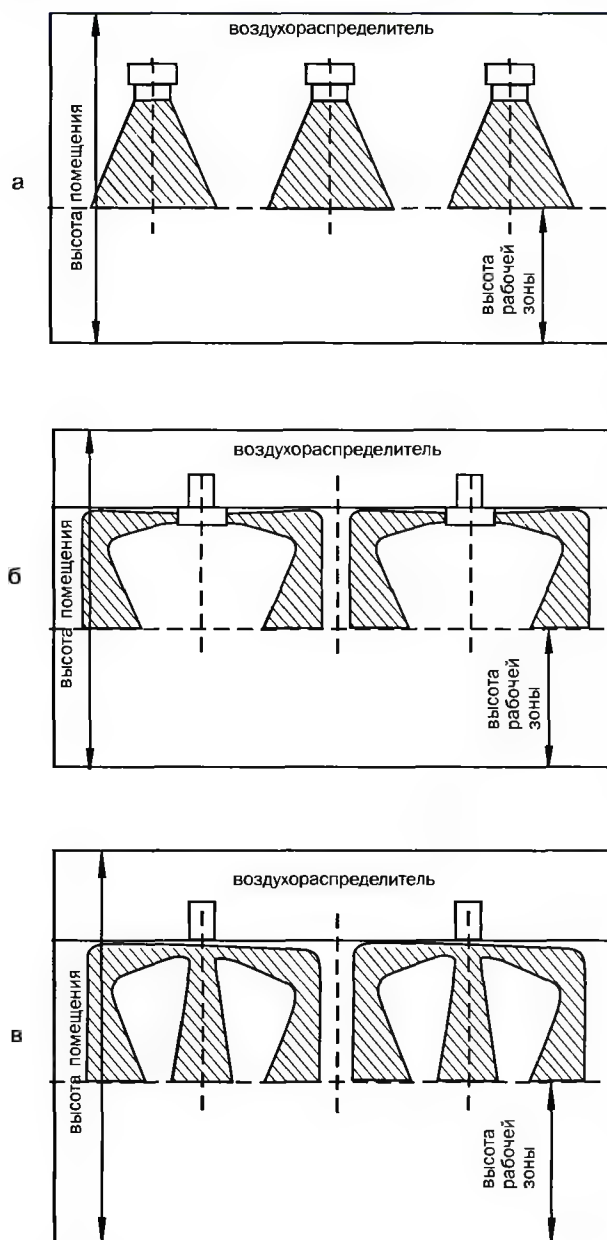


Рис. 9.4. Веерные струи:

а — компактные; б — неполные; в — конические

По мере удаления от отверстия площадь сечения, занимаемого ядром, постепенно уменьшается до нуля в конце начального участка.

Профессор Г.Н. Абрамович получил формулы, отражающие закономерности процессов на начальном и основном участках свободной изотермической струи. И.А. Шепелев провел широкие исследования струй применительно к задачам вентиляционной техники (табл. 9.1).

Основываясь на экспериментальных данных, можно с некоторым приближением принимать следующие значения относительного полюсного расстояния для круглой струи:

|                     |          |            |               |
|---------------------|----------|------------|---------------|
| $\beta_0 \dots$     | $< 1,04$ | $1,04—1,1$ | $1,1—1,2$     |
| $\tilde{x}_0 \dots$ | $0$      | $0—(-4)$   | $(-4)—(-5,2)$ |

При равномерном начальном поле скоростей относительное полюсное расстояние  $\tilde{x}_0 \approx 0$ , то есть в этом случае полюс основного участка струи находится в плоскости начала ее истечения.

## Конструктивные решения воздухораспределителей

Воздухораспределитель представляет собой устройство, через которое воздух из приточного воздуховода поступает в помещение.

По конструктивному исполнению воздухораспределители весьма разнообразны: решетки, плафоны, сопла, перфорированные панели и воздуховоды, панели с форсунками, направляющими струю, различного рода насадки, например вихревые, для подачи воздуха в рабочую зону с малыми скоростями и др.

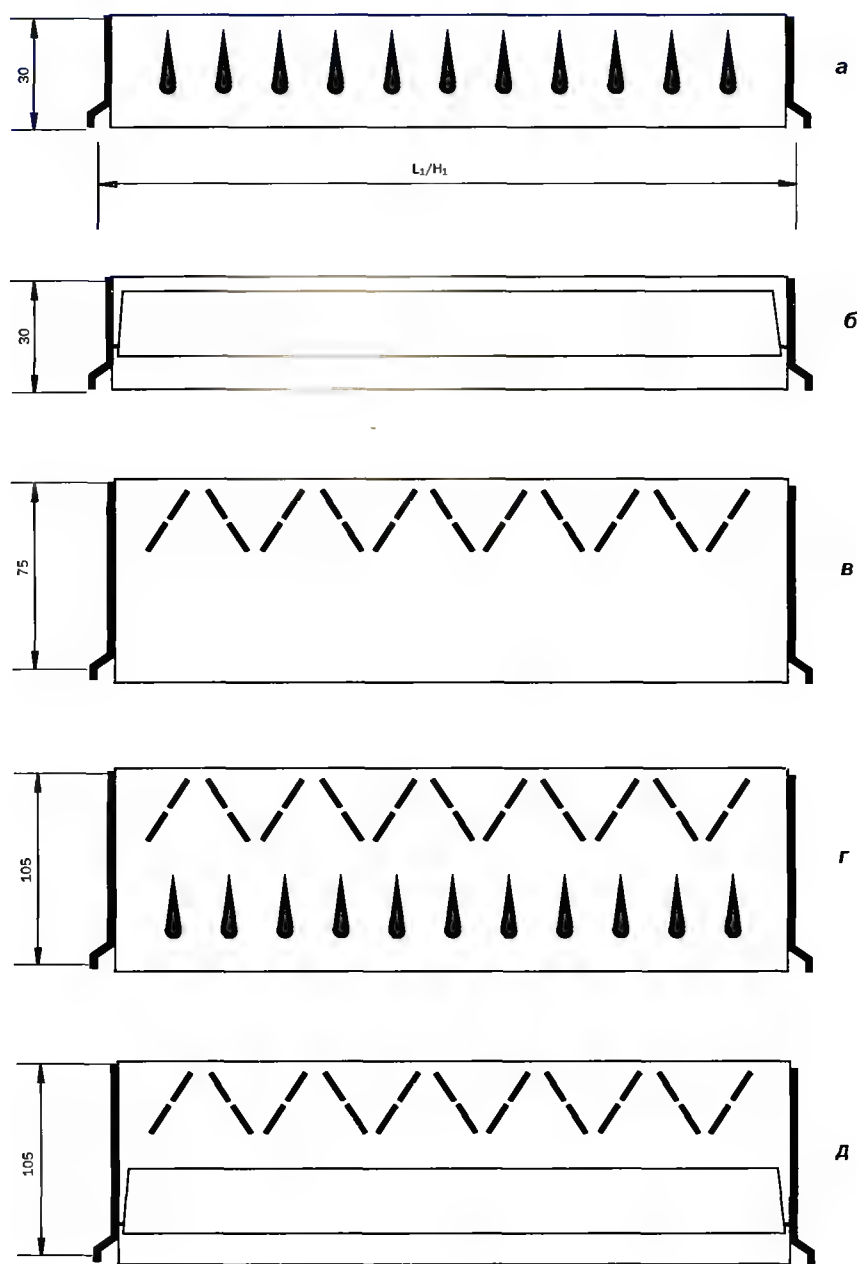
Рассмотрим наиболее распространенные конструкции воздухораспределителей для встроенно-пристроенных помещений.

### ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ РЕШЕТКИ

Наибольшее распространение получили приточные решетки различных геометрических форм и размеров с подвижными (регулируемыми) и неподвижными (нерегулируемыми) жалюзи. Они изготавливаются из разнообразных материалов: металла (сталь или алюминий), гипса, пластмассы и др. Бывают решетки: с декоративным оформлением и без него; различных расцветок; с направлением потока приточного воздуха в одну, две, три и четыре стороны. Специальные модификации решеток предназначаются для работы во влажных и агрессивных средах (например, в саунах, банях, бассейнах). В зависимости от конструкции решетки можно создавать струи различных типов.

В качестве регулирующих устройств приточных решеток применяются:

- регулятор расхода (как правило, многостворчатый клапан);



**Рис. 9.5.** Регулирующие элементы для жалюзийных решеток:

а — вертикальные пластины; б — горизонтальные пластины; в — блок с пластинами, соединенными соосно; г — к блоку в добавлены вертикально направляющие пластины; д — к блоку в добавлены горизонтально направляющие пластины

- регулятор характеристик струи (от компактной до неполной веерной);
- регулятор направления (ряд специальных жалюзи, открывающихся в определенном направлении, рис. 9.5).

Некоторые конструкции решеток являются универсальными и применяются как в приточных, так и в вытяжных системах (рис. 9.6).

Устанавливаются решетки чаще всего выше обслуживаемой зоны в проемах стен в местах



прокладки вентиляционных каналов. Они могут также размещаться у пола и на уровне подшивного потолка для напольной раздачи и удаления воздуха.

Существуют и переточные решетки, предназначенные для перетока воздуха из одного помещения в другое: настенные, дверные, звуко- и светонепроницаемые.

### ПЛАФОНЫ (АНЕМОСТАТЫ)

Плафонами называют, как правило, потолочные воздухораспределители, создающие веерные и конические струи. Конструктивно плафоны выполняются дисковыми или многодиффузорными (рис. 9.7).

Дисковые плафоны для воздухораздачи имеют кольцевую щель, которая формирует рассеянную коническую струю. Многодиффузорные плафоны состоят из ряда конусов с увеличивающимися диаметрами, что позволяет размыть струю на расстоянии 2—4 диаметров патрубка.

Плафоны могут быть: приточные и вытяжные, универсальные, регулируемые и нерегулируемые; круглой, квадратной, прямоугольной формы; металлические или пластмассовые; различных расцветок и размеров; с регуляторами расхода воздуха и характеристик струи.

Выпускаются также приточные плафоны с закруткой потока. В них выпуск воздуха осуществляется через лопасти, неподвижные или вращаемые потоком воздуха, причем поворот лопастей к потоку может быть регулируемым или нерегулируемым (рис. 9.8).

Плафоны с закрученными струями (рис. 9.8, а, б) устанавливаются обычно в низких помещениях (высота от 2,6 до 4,0 м) и характеризуются быстрым падением скоростей струй. Для конференц-залов, офисов — помещений с мощной вентиляцией — применяются плафоны с вращающимся ротором (рис. 9.8, в) или переменные вихревые диффузоры.

Воздухораспределители с закруткой потока выполняются из металла, пластика, имеют круглую, квадратную или прямоугольную форму.

### НАСАДКИ С ФОРСУНКАМИ

Насадки с форсунками располагаются на воздухораспределительной панели камеры постоянного

давления. Форсунки могут поворачиваться на 360°, и направление струи каждой из них регулируется в отдельности. Приточные насадки бывают круглые, квадратные, вытянутые по длине, с различной плотностью расположения форсунок (рис. 9.9).

Рекомендуется применение панелей, содержащих насадки с форсунками, в небольших помещениях со значительными избытками тепла и высокой кратностью воздухообмена.

### Общие рекомендации применения воздухораспределителей

Из всего многообразия видов и типов воздухораспределителей для встроенно-пристроенных помещений жилых зданий целесообразно выделить несколько наименований, приведенных в Пособии 1.91 к СНиП 2.04.05-91\*<sup>1</sup>.

Ниже приведены воздухораспределители, рекомендованные Пособием для подачи воздуха в административно-бытовые, общественные и производственные помещения небольшой высоты (2,6—4,0 м).

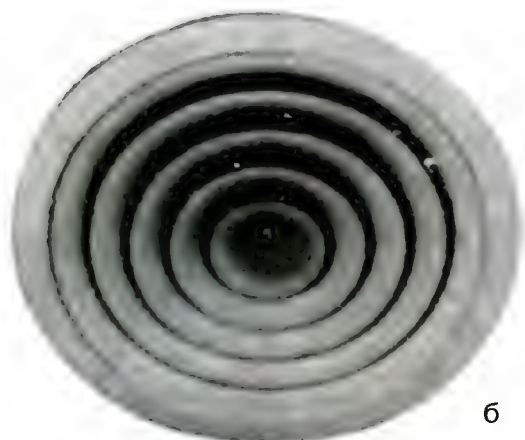
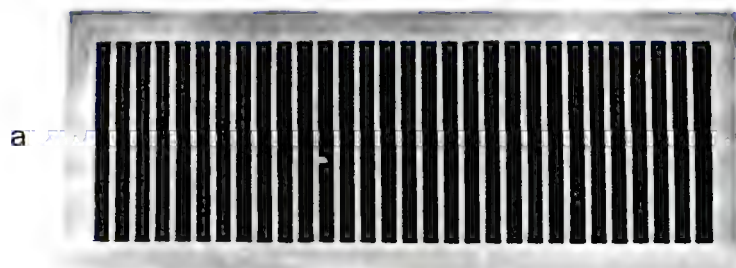
1. Решетка регулируемая РР предназначена для подачи воздуха компактными горизонтальными или наклонными струями с регулированием выпуска воздуха под углом 0—45°.

2. Решетка вентиляционная типа РВ (взамен РР) служит для подачи воздуха компактными или неполными веерными струями. Направление струи в вертикальной плоскости изменяется в пределах 0—30° от горизонтальной оси, а аэродинамические характеристики (величины температурного и скоростного коэффициентов) могут изменяться в 2,7—3,1 раза.

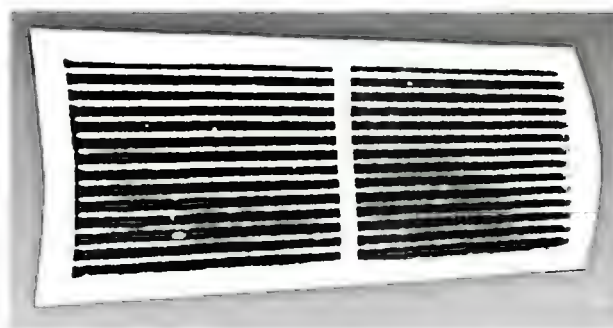
3. Плафон регулируемый многодиффузорный типа ПРМ и ПРМп (взамен ВДШП и ВЭПШ) предполагает раздачу воздуха компактными (коническими), настилающимися веерными или закрученными струями сверху вниз с высоты не более 6 м.

4. Воздухораспределитель конический типа ВК подает воздух несмыкающимися (полными) коническими струями с высоты 3—6 м. Изменение угла между створками рассекателя позволяет регулировать ширину разрывов в струе и таким образом

<sup>1</sup> Пособие 1.91 к СНиП 2.04.05-91\* Промстройпроекта может использоваться как справочный материал.



В



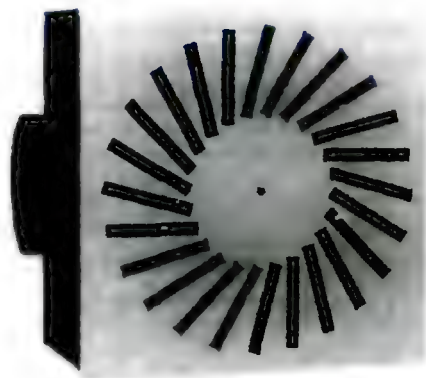
**Рис. 9.6.** Устройства для подачи, отвода воздуха, регулирования его количества и направления раздачи:

а — потолочная вентиляционная решетка; б — круглый анемостат; в — цилиндрическая решетка в круглом воздуховоде

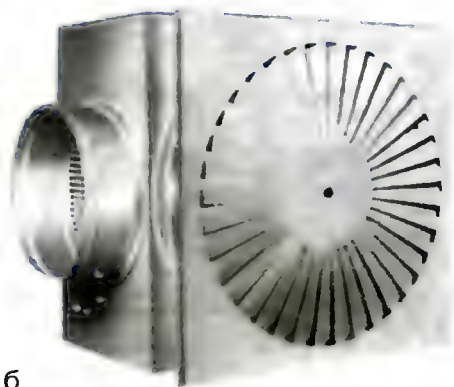


**Рис. 9.7.** Приточные плафоны:

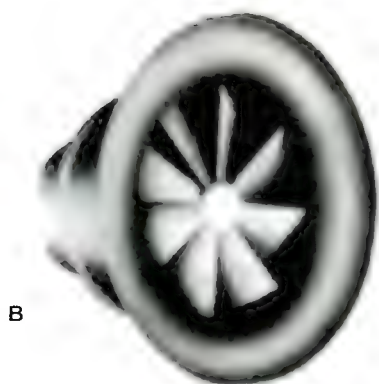
а — дисковый, регулируемый по расходу воздуха и форме струи — от горизонтальной, настилающейся до вертикальной компактной; б — многодиффузорный, регулируемый



а



б



в

**Рис. 9.8.** Приточные плафоны с закруткой воздушного потока:

а — с неподвижными лопастями; б — с поворачивающимися лопастями; в — с вращающимся ротором



а



б

**Рис. 9.9.** Приточные насадки с форсунками:

а — квадратная с радиальным расположением форсунок; б — прямоугольная; в — вытянутая по длине панель с рядным расположением форсунок



в

влиять на характеристики струи, обеспечивая эффективное воздушораспределение.

При выборе характеристик воздушораспределителей необходимо задаваться значениями параметров, которые следует поддерживать в зоне обслуживания и учитывать объемы воздуха, подаваемого в помещения для ассимиляции теплоизбытков или других вредностей. Помимо этого иногда при расчетах задаются количеством воздушораспределителей.

На основании этих данных выполняются необходимые расчеты и подбор оборудования. Так как многие характеристики, необходимые для расчетов импортного оборудования, практически отсутствуют, подбор воздушораспределителей, выпускаемых зарубежными фирмами, зачастую приходится производить, полагаясь лишь на свойства воздушораспределителей, рекламируемые фирмами-изготовителями.

Научно и технически обоснованные эксплуатационные характеристики отечественных воздушораспределителей, необходимые для выполнения расчетов воздушораспределения, отражены в нормативно-справочной литературе.

Среди отечественных производителей воздушораспределителей можно назвать ООО «Промышленно-гражданское строительство», ОАО «Воздухотехника», ООО INNOVENT, из иностранных поставщиков — фирму Klima, концерн «Империял» и др.

Пример расчета воздушораспределения через решетки типа РВ

Исходные данные

В помещении площадью  $A_n = 30 \times 30 = 900 \text{ м}^2$  и объемом  $V = 3600 \text{ м}^3$  с высотой установки потолочных решеток типа РВ 3,5 м задано поддерживать в зоне обслуживания температуру  $20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  (при  $\Delta t_{от} = 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Избытки теплоты составляют  $Q_{изб} = 31100 \text{ Вт}$  при удельных избытках  $34,55 \text{ Вт/м}^3$ . В расчетах номера формул и рисунков приведены по Пособию 1.91 к СНиП 2.04.05-91\*.

Решение

По графику на рис. 3е Пособия для решетки типа РВ, отрегулированной на  $m = 2,4$  и  $n = 1,6$ , находим  $l_n = 8 \text{ м}$ . По формуле п. 38, в Пособии определяем предельную ширину одной струи:

$$B_{\max} = \frac{2 \cdot (l_n + B_n - h_{p.з})}{m},$$

где  $l_n$ ,  $B_n$ ,  $h_{p.з}$  — соответственно длина помещения или его зоны в направлении распространения струи, высота помещения и высота рабочей зоны, м;  
 $m$  — скоростной коэффициент воздушораспределителя.

Принимаем ширину зоны помещения, обслуживаемую одним воздушораспределителем,  $B_n = 12 \text{ м} > B_{\max} = 7,92$ . При этом число воздушораспределителей

$$N = \frac{A_n}{A_з},$$

где  $A_n$  и  $A_з$  — площадь помещения и площадь зоны, обслуживаемые одним воздушораспределителем,  $\text{м}^2$

$$N = \frac{900}{8 \cdot 12} = 9 \text{ шт.}$$

Расход воздуха через каждый воздушораспределитель находим по формуле (10) Пособия при  $\Delta t_{p.з} = 6 \text{ }^\circ\text{C}$ :

$$L_o = \frac{3,6 \cdot Q_{изб}}{N \cdot 1,2 \cdot \Delta t_{п.з} \cdot k_1},$$

где  $Q_{изб}$  — избытки теплоты в помещении, Вт;  
 $N$  — количество воздушораспределителей, шт.;  
 $\Delta t_{п.з}$  — перепад между температурами воздуха в рабочей зоне и в обслуживаемой зоне помещения,  $^\circ\text{C}$ ;  
 $k_1$  — коэффициент воздухообмена.

$$L_o = \frac{3,6 \cdot 31100}{9 \cdot 1,2 \cdot 6 \cdot 0,1} = 1728 \text{ м}^3/\text{ч} (0,48 \text{ м}^3/\text{с}).$$

Расчетная площадь воздушораспределителя по формуле (21) Пособия 1.91 к СНиП 2.04.05-91\*:

$$A_o = \left( \frac{m \cdot L_1 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{v_x \cdot x} \right)^2,$$

где  $m$  — скоростной коэффициент воздушораспределителя;  
 $L_1$  — расход воздуха,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , через каждый воздушораспределитель;  
 $k_1, k_2, k_3$  — соответственно коэффициенты неизотермичности, взаимодействия и стесненности струй;  
 $v_x$  — скорость воздуха,  $\text{м/с}$ , на оси струи в месте ее поступления в рабочую зону;  
 $x$  — длина струи, м.



$$A_o = \left( \frac{2,4 \cdot 0,48 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8}{0,3 \cdot (8 + 3,5 - 2)} \right)^2 = 0,104 \text{ м}^2.$$

Принимаем по табл. 5.1 Пособия решетку размерами  $0,25 \times 0,40$  м с расчетной площадью  $0,1 \text{ м}^2$ . При этом скорость выпуска воздуха  $4,11 \text{ м/с}$ .

Допустимая рабочая разность температур по формуле (23) Пособия:

$$\Delta t_{\max} = \frac{0,25 \cdot t_{\text{от}} \cdot k_1 \cdot k_3 \cdot x}{k_{\text{ва}} \cdot n \cdot k_2 \cdot A_o^{0,5}},$$

где  $\Delta t_{\text{от}}$  — допустимое отклонение температур, °С;

$n$  — температурный коэффициент;

$k_{\text{ва}}$  — коэффициент вариации распределения температуры по площади рабочей зоны.

$$\Delta t_{\max} = \frac{0,25 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 9,5}{1,5 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot \sqrt{0,104}} = 4,9 \text{ °С} < 6,0 \text{ °С}$$

Проверяем соблюдение расчетной схемы развития струи по формуле (27) Пособия

$$A_{ro} = 11,1 \cdot \frac{\sqrt{A_o} \cdot \Delta t_{p,3}}{v^2 \cdot (273 + t)},$$

где  $A_o$  — расчетная площадь,  $\text{м}^2$ , выбранного воздухоораспределителя.

$$A_{ro} = 11,1 \cdot \frac{\sqrt{0,104} \cdot 2}{4,11^2 \cdot 293} = 0,0014.$$

Отрыв струи происходит на расстоянии

$$x_o = 0,55 \cdot \frac{m \cdot \sqrt{A_o}}{\sqrt{n \cdot A_{ro}}}.$$

$$x_o = 0,55 \cdot \frac{2,4 \cdot \sqrt{0,104}}{\sqrt{1,6 \cdot 0,0014}} = 9,04 \text{ м}.$$

Коэффициент неизотермичности по формуле (22) Пособия

$$K_1 = \left[ 1 + 2,5 \frac{n}{m^2} \cdot A_{ro} \cdot \left( \frac{H_p - h_{p,3}}{A_o} \right)^2 \right]^{0,33}.$$

$$K_1 = \left[ 1 + 2,5 \frac{1,6}{2,4^2} \cdot 0,0014 \cdot \left( \frac{3,5 - 2}{0,104} \right)^2 \right]^{0,33} = 1,02.$$

Расчетная площадь решетки по формуле (21) Пособия

$$A_o = \left( \frac{2,4 \cdot 0,48 \cdot 1,02 \cdot 1 \cdot 0,8}{0,3 \cdot 9,5} \right)^2 = 0,01 \text{ м}^2.$$

Таким образом, воздухоораспределение с заданными температурными условиями в помещении размерами  $30 \times 30 \text{ м}^2$  осуществляется с помощью 9 решеток размерами  $0,25 \times 0,40 \text{ м}$ .

## Глава 10. Защита от шума

### Общая часть

Источниками шума в системах водяного отопления, воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха являются насосы, вентиляторы, холодильные машины в местных кондиционерах, электродвигатели, воздухорегулирующие устройства (дресселирующие устройства, клапаны, заслонки, направляющие аппараты), воздухораспределительные устройства (приточные и вытяжные решетки, плафоны, доводчики), элементы сети воздуховодов, обеспечивающие повороты, изменения поперечного сечения, разветвления (СНиП 11-12-77 «Защита от шума», п. 8.1).

Шумовые характеристики вентиляторов указываются в каталогах. Образование шума от других его источниках определяется расчетом.

При проектировании систем вентиляции и кондиционирования воздуха предусматриваются мероприятия по защите от шума и обеспечению допустимых уровней звукового давления и уровней звука в помещениях. Это прежде всего применение звукоизоляции ограждающих конструкций помещений вентиляционных камер.

Насосы и вентиляторы устанавливаются на виброизоляторах, в некоторых случаях на виброизоляторах устанавливается и плита, на которой располагаются вентиляционные или насосные установки; у вентиляторов и насосов на всасывании и нагнетании проектируются мягкие (гибкие) вставки.

В приточных установках и кондиционерах имеется звукопоглощающая обшивка корпуса, а также секции шумоглушения. Вместо них могут проектироваться трубчатые или пластинчатые шумоглушители на воздуховодах приточных и вытяжных вентиляционных систем, а в отдельных случаях и специальные камеры шумоглушения.

При необходимости в воздуховодах глушители устанавливаются как на стороне всасывания, так и на стороне нагнетания, поскольку звук против потока воздуха распространяется так же, как и по потоку.

При установке крышных вентиляторов на кровле пристроенных к жилым зданиям помещений место для их размещения следует выбирать с соблюдением нормируемого шумового воздействия через окна близко расположенных жилых помещений. При невозможности выполнения вышеизложенных рекомендаций следует проектировать установку крышных вентиляторов в акустических коробах.

При жестких требованиях к акустическим характеристикам обслуживаемых помещений в акустических коробах устанавливаются и вытяжные радиальные вентиляторы.

Для упрощенного расчета и подбора пластинчатых и трубчатых шумоглушителей приводим ряд таблиц.

Допустимые уровни звукового давления (эквивалентные уровни звукового давления), дБ, в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА, для жилых и общественных зданий представлены в табл. 10.1.

## Допустимые уровни звукового давления

Таблица 10.1

Допустимые уровни звукового давления (эквивалентные уровни звукового давления), дБ, в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА, для жилых и общественных зданий

| Помещения и территории                                                                                                                                                                           | Уровни звукового давления $L$ (эквивалентные уровни звукового давления $L_{\text{экв}}$ ), дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц |     |     |     |      |      |      |      | Уровни звука $L_A$ и эквивалентные уровни звука $L_{A_{\text{экв}}}$ , дБА |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|----------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                  | 63                                                                                                                                                             | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |                                                                            |
| Жилые комнаты квартир, спальные помещения в детских дошкольных учреждениях и школах-интернатах                                                                                                   | 55                                                                                                                                                             | 44  | 35  | 29  | 25   | 22   | 20   | 18   | 30                                                                         |
| Кабинеты врачей поликлиник                                                                                                                                                                       | 59                                                                                                                                                             | 48  | 40  | 34  | 30   | 27   | 25   | 23   | 35                                                                         |
| Территории больниц, санаториев, непосредственно прилегающие к зданию                                                                                                                             | 59                                                                                                                                                             | 48  | 40  | 34  | 30   | 27   | 25   | 23   | 35                                                                         |
| Территории, непосредственно прилегающие к жилым домам (в 2 м от ограждающих конструкций), площадки отдыха микрорайонов и групп жилых домов, площадки детских дошкольных учреждений, участки школ | 67                                                                                                                                                             | 57  | 49  | 44  | 40   | 37   | 35   | 33   | 45                                                                         |
| Классные помещения, учебные кабинеты, аудитории школ и других учебных заведений, конференц-залы, читальные залы, зрительные залы клубов, залы судебных заседаний и совещаний                     | 63                                                                                                                                                             | 52  | 45  | 39  | 35   | 32   | 30   | 28   | 40                                                                         |
| Рабочие помещения управлений, рабочие помещения конструкторских, проектных организаций                                                                                                           | 71                                                                                                                                                             | 61  | 54  | 49  | 45   | 42   | 40   | 38   | 50                                                                         |
| Залы кафе, ресторанов, столовых                                                                                                                                                                  | 75                                                                                                                                                             | 66  | 59  | 54  | 50   | 47   | 45   | 43   | 55                                                                         |
| Торговые залы магазинов, спортивные залы, приемные пункты предприятий бытового обслуживания                                                                                                      | 79                                                                                                                                                             | 70  | 63  | 58  | 55   | 52   | 50   | 49   | 60                                                                         |

### Примечания:

1. Уровни звукового давления в октавных полосах частот, дБ, уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА, для шума, создаваемого в помещениях и на территориях, прилегающих к зданиям, системам кондиционирования воздуха, воздушного отопления и вентиляции, следует принимать на 5 дБ ниже (поправка  $\Delta p = -5$  дБ) указанных в табл. 10.1, или фактических уровней шума в помещении в рабочее время, если последние не превышают значений, указанных в табл. 10.1 (поправку для тонального шума по табл. 10.2 в этом случае принимать не следует).
2. Эквивалентные уровни звука, дБА, для шума, создаваемого средствами транспорта (автомобильного, железнодорожного, воздушного) в 2 м от ограждающих конструкций, обращенных в сторону источников шума, допускается принимать на 10 дБА выше (поправка  $\Delta p = +10$  дБА) уровней звука, указанных в строке 5 таблицы 10.1.

Таблица 10.2

Поправки к табл. 10.1

| Влияющий фактор        | Условия                                                                  | Поправка, дБ или дБА |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Характер шума          | Широкополосный шум                                                       | 0                    |
|                        | Тональный или импульсный<br>(при измерениях стандартным шумомером) шум   | -5                   |
| Местоположение объекта | Курортный район                                                          | -5                   |
|                        | Новый проектируемый городской<br>жилой район                             | 0                    |
|                        | Жилая застройка, расположенная<br>в существующей (сложившейся) застройке | +5                   |
| Время суток            | День — с 7 до 23 ч.                                                      | +10                  |
|                        | Ночь — с 23 до 7 ч.                                                      | 0                    |

## Примечания:

1. Поправки на время суток вносятся при определении допустимых уровней звукового давления и уровней звука для жилых комнат квартир, спальных помещений в детских дошкольных учреждениях и школах-интернатах, жилых комнат общежитий, для территорий, непосредственно прилегающих к жилым домам.
2. Поправки на местоположение объекта следует учитывать только для внешних источников шума при определении допустимых уровней звукового давления и уровней звука для жилых комнат квартир, спальных помещений в детских дошкольных учреждениях и школах-интернатах, жилых комнат общежитий и номеров гостиниц.
3. Поправку на местоположение объекта не следует применять для вновь строящихся зданий в существующей (сложившейся) застройке.

### Допускаемая скорость воздуха в глушителях — из СНиП 11-12-77, 1998 г.

Таблица 10.3

| Параметр                                          | Величина |    |    |    | Ед. измер. |
|---------------------------------------------------|----------|----|----|----|------------|
| Допустимый уровень звука в помещении              | 30       | 40 | 50 | 55 | дБА        |
| Допускаемая скорость движения воздуха в глушителе | 4        | 6  | 8  | 10 | м/с        |



### Снижение уровня звуковой мощности, дБ, трубчатыми (круглого и прямоугольного сечения) и пластинчатыми глушителями в различных октавных полосах

Данные приведены из типовой серии 5.904-17, выпуск «Глушители шума вентиляционных установок»

Таблица 10.4

Для круглых трубчатых глушителей

| Внутренний диаметр глушителя, мм | Расчетная длина глушителя, м | Снижение уровня звуковой мощности, дБ, трубчатыми глушителями (круглого сечения) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц |     |     |     |      |      |      |      |
|----------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|
|                                  |                              | 63                                                                                                                                         | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| 125                              | 0,5                          | 5                                                                                                                                          | 7   | 11  | 20  | 19   | 16   | 12   | 11   |
|                                  | 1,0                          | 9                                                                                                                                          | 12  | 20  | 36  | 34   | 27   | 19   | 17   |
|                                  | 1,5                          | 11                                                                                                                                         | 17  | 25  | 44  | 42   | 37   | 25   | 22   |
|                                  | 2,0                          | 13                                                                                                                                         | 22  | 30  | 50  | 50   | 47   | 32   | 27   |
| 200                              | 0,5                          | 4                                                                                                                                          | 6   | 9   | 17  | 17   | 12   | 9    | 8    |
|                                  | 1,0                          | 6                                                                                                                                          | 9   | 16  | 30  | 28   | 20   | 15   | 14   |
|                                  | 1,5                          | 8                                                                                                                                          | 13  | 21  | 40  | 40   | 26   | 19   | 18   |
|                                  | 2,0                          | 9                                                                                                                                          | 17  | 27  | 50  | 49   | 32   | 24   | 21   |
| 250                              | 0,5                          | 3                                                                                                                                          | 5   | 8   | 17  | 16   | 9    | 7    | 6    |
|                                  | 1,0                          | 4                                                                                                                                          | 8   | 14  | 30  | 28   | 15   | 12   | 11   |
|                                  | 1,5                          | 6                                                                                                                                          | 11  | 19  | 40  | 39   | 20   | 17   | 15   |
|                                  | 2,0                          | 7                                                                                                                                          | 15  | 25  | 50  | 49   | 25   | 20   | 17   |
| 315                              | 0,5                          | 3                                                                                                                                          | 5   | 9   | 17  | 12   | 8    | 7    | 5    |
|                                  | 1,0                          | 4                                                                                                                                          | 8   | 15  | 28  | 20   | 13   | 11   | 10   |
|                                  | 1,5                          | 6                                                                                                                                          | 11  | 20  | 40  | 29   | 18   | 14   | 13   |
|                                  | 2,0                          | 7                                                                                                                                          | 15  | 27  | 50  | 35   | 20   | 16   | 15   |
| 400                              | 0,5                          | 2                                                                                                                                          | 4   | 9   | 12  | 10   | 7    | 6    | 5    |
|                                  | 1,0                          | 3                                                                                                                                          | 7   | 15  | 20  | 16   | 11   | 9    | 8    |
|                                  | 1,5                          | 3,5                                                                                                                                        | 9   | 19  | 28  | 21   | 14   | 11   | 10   |
|                                  | 2,0                          | 4                                                                                                                                          | 10  | 26  | 35  | 24   | 16   | 12   | 11   |
| 500                              | 0,5                          | 1                                                                                                                                          | 3   | 8   | 11  | 8    | 6    | 5    | 4    |
|                                  | 1,0                          | 2                                                                                                                                          | 5   | 13  | 17  | 12   | 10   | 8    | 7    |
|                                  | 1,5                          | 2,5                                                                                                                                        | 7   | 18  | 25  | 16   | 13   | 10   | 8    |
|                                  | 2,0                          | 3                                                                                                                                          | 9   | 24  | 32  | 19   | 15   | 11   | 10   |

Таблица 10.5

Для прямоугольных трубчатых глушителей

| Внутреннее сечение глушителя, мм | Расчетная длина глушителя, м | Снижение уровня звуковой мощности, дБ, трубчатых глушителей с прямоугольным сечением в octave-полосах со среднегеометрическими частотами, Гц |     |     |     |      |      |      |      |
|----------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|
|                                  |                              | 63                                                                                                                                           | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| 200x100                          | 0,5                          | 2                                                                                                                                            | 7   | 10  | 18  | 20   | 16   | 10   | 8    |
|                                  | 1,0                          | 3                                                                                                                                            | 11  | 18  | 32  | 35   | 29   | 18   | 13   |
|                                  | 1,5                          | 4                                                                                                                                            | 13  | 22  | 37  | 39   | 34   | 25   | 19   |
|                                  | 2,0                          | 5                                                                                                                                            | 15  | 25  | 43  | 46   | 40   | 30   | 23   |
| 300x200                          | 0,5                          | 1                                                                                                                                            | 5   | 8   | 17  | 15   | 9    | 7    | 6    |
|                                  | 1,0                          | 1,5                                                                                                                                          | 7   | 14  | 28  | 26   | 16   | 11   | 9    |
|                                  | 1,5                          | 1,5                                                                                                                                          | 9   | 19  | 35  | 34   | 21   | 13   | 12   |
|                                  | 2,0                          | 2,5                                                                                                                                          | 10  | 23  | 42  | 40   | 25   | 15   | 14   |
| 400x200                          | 0,5                          | 1                                                                                                                                            | 4   | 6   | 14  | 12   | 8    | 6    | 4    |
|                                  | 1,0                          | 1,5                                                                                                                                          | 6   | 11  | 25  | 22   | 13   | 10   | 7    |
|                                  | 1,5                          | 1,5                                                                                                                                          | 8   | 14  | 35  | 29   | 18   | 11   | 9    |
|                                  | 2,0                          | 2,5                                                                                                                                          | 9   | 18  | 42  | 40   | 22   | 14   | 12   |
| 400x300                          | 0,5                          | 0,5                                                                                                                                          | 3   | 5   | 13  | 11   | 7    | 4    | 3    |
|                                  | 1,0                          | 1                                                                                                                                            | 4,5 | 8   | 21  | 19   | 12   | 6    | 5    |
|                                  | 1,5                          | 1,5                                                                                                                                          | 6   | 11  | 29  | 25   | 14   | 9    | 8    |
|                                  | 2,0                          | 2                                                                                                                                            | 7   | 15  | 35  | 30   | 16   | 11   | 10   |
| 400x400                          | 0,5                          | 0,5                                                                                                                                          | 2   | 4   | 12  | 8    | 5    | 4    | 3    |
|                                  | 1,0                          | 1                                                                                                                                            | 3   | 7   | 20  | 15   | 9    | 6    | 5    |
|                                  | 1,5                          | 1,5                                                                                                                                          | 5   | 10  | 27  | 21   | 12   | 8    | 7    |
|                                  | 2,0                          | 1,5                                                                                                                                          | 6   | 14  | 33  | 27   | 15   | 10   | 9    |

Таблица 10.6

Для пластинчатых глушителей

| Толщина<br>пластин,<br>мм | Расстояние<br>между<br>пластинами, м<br>мм | Длина<br>глушителя, м | Фактор<br>свободной<br>площади,<br>% | Снижение уровня звуковой мощности, дБ, пластинчатыми глушителями<br>прямоугольного сечения в октавных полосах со среднегеометрическими<br>частотами, Гц |     |     |     |      |      |      |      |
|---------------------------|--------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|
|                           |                                            |                       |                                      | 63                                                                                                                                                      | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| 100                       | 100                                        | 0,75                  | 50                                   | 0,5                                                                                                                                                     | 2   | 5   | 13  | 17   | 12   | 10   | 8    |
|                           |                                            | 1,0                   |                                      | 1                                                                                                                                                       | 3   | 7   | 20  | 25   | 18   | 16   | 11   |
|                           |                                            | 1,5                   |                                      | 1                                                                                                                                                       | 4   | 9   | 27  | 34   | 24   | 21   | 13   |
|                           |                                            | 2,0                   |                                      | 1,5                                                                                                                                                     | 5   | 12  | 35  | 42   | 30   | 25   | 14   |
|                           |                                            | 2,5                   |                                      | 1,5                                                                                                                                                     | 6   | 14  | 40  | 48   | 35   | 29   | 15   |
|                           |                                            | 3,0                   |                                      | 2                                                                                                                                                       | 7   | 16  | 45  | 52   | 40   | 32   | 16   |
| 200                       | 200                                        | 0,75                  | 50                                   | 1                                                                                                                                                       | 2   | 10  | 15  | 12   | 10   | 7    | 6    |
|                           |                                            | 1,0                   |                                      | 1,5                                                                                                                                                     | 3   | 12  | 18  | 15   | 12   | 9    | 8    |
|                           |                                            | 1,5                   |                                      | 2                                                                                                                                                       | 5   | 18  | 25  | 20   | 15   | 12   | 11   |
|                           |                                            | 2,0                   |                                      | 3                                                                                                                                                       | 7   | 22  | 32  | 25   | 18   | 14   | 13   |
|                           |                                            | 2,5                   |                                      | 4                                                                                                                                                       | 10  | 26  | 39  | 29   | 21   | 16   | 14   |
|                           |                                            | 3,0                   |                                      | 5                                                                                                                                                       | 12  | 30  | 45  | 33   | 24   | 17   | 15   |
| 400                       | 400                                        | 0,75                  | 50                                   | 2                                                                                                                                                       | 4   | 10  | 10  | 7    | 7    | 6    | 5    |
|                           |                                            | 1,0                   |                                      | 2,5                                                                                                                                                     | 6   | 12  | 12  | 9    | 8    | 7    | 6    |
|                           |                                            | 1,5                   |                                      | 3,5                                                                                                                                                     | 10  | 17  | 16  | 13   | 10   | 8    | 7    |
|                           |                                            | 2,0                   |                                      | 4                                                                                                                                                       | 13  | 21  | 20  | 15   | 12   | 10   | 9    |
|                           |                                            | 2,5                   |                                      | 5                                                                                                                                                       | 16  | 25  | 24  | 17   | 14   | 11   | 10   |
|                           |                                            | 3,0                   |                                      | 5                                                                                                                                                       | 18  | 28  | 27  | 19   | 15   | 12   | 11   |
| 400                       | 250                                        | 0,75                  | 38                                   | 2,5                                                                                                                                                     | 8   | 13  | 12  | 9    | 8    | 7    | 5    |
|                           |                                            | 1,0                   |                                      | 3                                                                                                                                                       | 10  | 15  | 14  | 13   | 11   | 9    | 7    |
|                           |                                            | 1,5                   |                                      | 4                                                                                                                                                       | 12  | 22  | 21  | 18   | 13   | 12   | 9    |
|                           |                                            | 2,0                   |                                      | 5                                                                                                                                                       | 15  | 27  | 26  | 21   | 15   | 14   | 11   |
|                           |                                            | 2,5                   |                                      | 6                                                                                                                                                       | 18  | 32  | 30  | 24   | 17   | 15   | 12   |
|                           |                                            | 3,0                   |                                      | 7                                                                                                                                                       | 21  | 37  | 34  | 27   | 19   | 16   | 13   |
| 800                       | 500                                        | 0,75                  | 38                                   | 6                                                                                                                                                       | 8   | 9   | 8   | 7    | 7    | 6    | 5    |
|                           |                                            | 1,0                   |                                      | 8                                                                                                                                                       | 10  | 11  | 10  | 9    | 8    | 7    | 6    |
|                           |                                            | 1,5                   |                                      | 11                                                                                                                                                      | 12  | 15  | 14  | 12   | 10   | 9    | 8    |
|                           |                                            | 2,0                   |                                      | 13                                                                                                                                                      | 15  | 18  | 17  | 15   | 12   | 10   | 9    |
|                           |                                            | 2,5                   |                                      | 15                                                                                                                                                      | 18  | 20  | 19  | 17   | 14   | 11   | 10   |
|                           |                                            | 3,0                   |                                      | 17                                                                                                                                                      | 20  | 22  | 21  | 19   | 15   | 12   | 11   |

### Соппротивление трения и местные соппротивления (при различных расходах воздуха и скоростях движения) трубчатых и пластинчатых глушителей

Аэродинамическое соппротивление трубчатых глушителей, Па

| Диаметр<br>или размер<br>прямоугольного<br>сечения, мм | 500                   | 1000                  | 1500                  | 2000                  | 2500                  | 3000                  | Расход                |
|--------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 125                                                    | $\frac{11,29}{35,56}$ |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| 200                                                    | $\frac{4,42}{2,96}$   | $\frac{8,84}{11,85}$  | $\frac{13,27}{26,66}$ |                       |                       |                       |                       |
| 250                                                    | $\frac{2,83}{0,92}$   | $\frac{5,67}{3,69}$   | $\frac{8,50}{8,31}$   | $\frac{11,34}{14,77}$ |                       |                       |                       |
| 316                                                    | $\frac{1,78}{0,27}$   | $\frac{3,57}{1,08}$   | $\frac{5,35}{2,42}$   | $\frac{7,13}{4,30}$   | $\frac{8,91}{6,73}$   | $\frac{10,70}{9,69}$  | $\frac{12,48}{13,18}$ |
| 400                                                    |                       | $\frac{2,21}{0,299}$  | $\frac{3,32}{0,67}$   | $\frac{4,42}{1,20}$   | $\frac{5,53}{1,88}$   | $\frac{6,63}{2,70}$   | $\frac{7,74}{3,68}$   |
| 500                                                    |                       |                       | $\frac{2,12}{0,19}$   | $\frac{2,83}{0,34}$   | $\frac{3,54}{0,53}$   | $\frac{4,25}{0,76}$   | $\frac{4,95}{1,04}$   |
| 200x100                                                | $\frac{6,94}{12,56}$  | $\frac{13,89}{50,24}$ |                       |                       |                       |                       |                       |
| 300x200                                                | $\frac{2,31}{0,65}$   | $\frac{4,63}{2,59}$   | $\frac{6,94}{5,83}$   | $\frac{9,26}{10,36}$  | $\frac{11,57}{16,18}$ | $\frac{13,89}{23,30}$ |                       |
| 400x200                                                |                       | $\frac{3,47}{1,24}$   | $\frac{5,21}{2,79}$   | $\frac{6,94}{4,97}$   | $\frac{8,68}{7,76}$   | $\frac{10,42}{11,17}$ | $\frac{12,15}{15,21}$ |
| 400x300                                                |                       |                       | $\frac{3,47}{0,87}$   | $\frac{4,63}{1,54}$   | $\frac{5,79}{2,41}$   | $\frac{6,94}{3,48}$   | $\frac{8,10}{4,73}$   |
| 4(2)x4(6)                                              |                       |                       |                       | $\frac{3,47}{0,73}$   | $\frac{4,34}{1,14}$   | $\frac{5,21}{1,64}$   | $\frac{6,08}{2,24}$   |

Примечание. в числителе указана скорость в трубчатом глушителе, м/с,  
в знаменателе – соппротивление глушителя  $l = 1$  м на трение, Па.



Таблицы 10.7 и 10.8 составлены по данным центра НОТ Госстроя Литвы и на основании таблиц и расчетов, выполненных авторами настоящего пособия (по формулам "Руководства по расчету и проектированию шумоглушения вентиляционных установок").

Таблица 10.7

| воздуха, м <sup>3</sup> /ч |                      |                      |                       |                      |                      |                       |                      |
|----------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| 4000                       | 4500                 | 5000                 | 5500                  | 6000                 | 7000                 | 8000                  | 9000                 |
| <u>8,85</u><br>4,80        | <u>9,95</u><br>6,08  | <u>11,06</u><br>7,50 | <u>12,16</u><br>9,08  |                      |                      |                       |                      |
| <u>5,66</u><br>1,36        | <u>6,37</u><br>1,72  | <u>7,08</u><br>2,12  | <u>7,78</u><br>2,57   | <u>8,49</u><br>3,06  | <u>9,91</u><br>4,16  | <u>11,32</u><br>5,44  | <u>12,73</u><br>6,88 |
| <u>13,89</u><br>19,86      |                      |                      |                       |                      |                      |                       |                      |
| <u>9,26</u><br>6,18        | <u>10,42</u><br>7,82 | <u>11,57</u><br>9,66 | <u>12,73</u><br>11,68 |                      |                      |                       |                      |
| <u>6,94</u><br>2,92        | <u>7,81</u><br>3,70  | <u>8,68</u><br>4,56  | <u>9,55</u><br>5,52   | <u>10,42</u><br>6,57 | <u>12,15</u><br>8,95 | <u>13,89</u><br>11,68 |                      |

## Аэродинамическое сопротивление пластинчатых глушителей, Па

| Диаметр<br>или размеры<br>прямоугольного<br>сечения, мм | Расход |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                         | 3000   | 4000  | 5000  | 6000  | 7000  | 8000  | 9000  | 10000 | 11000 | 12000 | 13000 |
| 800x1500                                                | 1,39   | 1,85  | 2,3   | 2,78  | 3,24  | 3,7   | 4,17  | 4,63  | 5,09  | 5,56  | 6,02  |
|                                                         | 0,44   | 0,79  | 1,2   | 1,78  | 2,42  | 3,16  | 3,09  | 4,94  | 5,98  | 7,11  | 8,35  |
|                                                         | 0,59   | 1,04  | 1,6   | 2,34  | 3,18  | 4,16  | 5,26  | 6,5   | 7,86  | 9,36  | 11    |
|                                                         | 0,14   | 0,24  | 0,4   | 0,56  | 0,76  | 1     | 1,26  | 1,56  | 1,88  | 2,25  | 2,64  |
| 1200x1500                                               |        | 1,2   | 1,5   | 1,85  | 2,16  | 2,46  | 2,78  | 3,09  | 3,4   | 3,7   | 4,02  |
|                                                         |        | 0,4   | 0,5   | 0,79  | 1,08  | 1,4   | 1,78  | 2,2   | 2,66  | 3,16  | 3,71  |
|                                                         |        | 0,5   | 0,7   | 1,04  | 1,42  | 1,84  | 2,34  | 2,89  | 3,5   | 4,16  | 4,88  |
|                                                         |        | 0,1   | 0,2   | 0,25  | 0,34  | 0,44  | 0,56  | 0,69  | 0,84  | 1     | 1,17  |
| 1600x1500                                               |        |       | 1,2   | 1,39  | 1,62  | 1,85  | 2,09  | 2,32  | 2,55  | 2,78  | 3,01  |
|                                                         |        |       | 0,3   | 0,44  | 0,61  | 0,79  | 0,98  | 1,24  | 1,5   | 1,78  | 2,09  |
|                                                         |        |       | 0,4   | 0,59  | 0,8   | 1,04  | 1,32  | 1,64  | 1,97  | 2,34  | 2,74  |
|                                                         |        |       | 0,1   | 0,14  | 0,19  | 0,25  | 0,32  | 0,39  | 0,47  | 0,55  | 0,65  |
| 800x2000                                                |        | 1,4   | 1,7   | 2,08  | 2,43  | 2,78  | 3,12  | 3,47  | 3,82  | 4,16  | 4,52  |
|                                                         |        | 0,4   | 0,7   | 0,98  | 1,36  | 1,79  | 2,25  | 2,78  | 3,36  | 3,94  | 4,69  |
|                                                         |        | 0,6   | 0,9   | 1,3   | 1,79  | 2,36  | 2,96  | 3,66  | 4,43  | 5,2   | 6,18  |
|                                                         |        | 0,1   | 0,2   | 0,29  | 0,41  | 0,44  | 0,52  | 0,67  | 0,84  | 1,01  | 1,17  |
| 1200x2000                                               |        |       | 1,2   | 1,39  | 1,62  | 1,85  | 2,09  | 2,32  | 2,55  | 2,78  | 3,01  |
|                                                         |        |       | 0,3   | 0,44  | 0,61  | 0,79  | 0,98  | 1,24  | 1,5   | 1,78  | 2,09  |
|                                                         |        |       | 0,4   | 0,59  | 0,8   | 1,04  | 1,32  | 1,62  | 1,97  | 2,34  | 2,74  |
|                                                         |        |       | 0,1   | 0,13  | 0,18  | 0,24  | 0,3   | 0,37  | 0,45  | 0,53  | 0,63  |
| 1600x2000                                               |        |       |       | 1,04  | 1,22  | 1,39  | 1,56  | 1,73  | 1,91  | 2,08  | 2,26  |
|                                                         |        |       |       | 0,24  | 0,34  | 0,45  | 0,56  | 0,69  | 0,84  | 0,99  | 1,17  |
|                                                         |        |       |       | 0,32  | 0,45  | 0,59  | 0,74  | 0,92  | 1,11  | 1,3   | 1,55  |
|                                                         |        |       |       | 0,07  | 0,1   | 0,13  | 0,17  | 0,21  | 0,25  | 0,29  | 0,35  |
|                                                         | 34000  | 36000 | 38000 | 40000 | 42000 | 44000 | 46000 | 48000 | 50000 | 52000 | 54000 |
| 800x1500                                                | 15,6   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                                                         | 57     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                                                         | 75,1   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                                                         | 18     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1200x1500                                               | 10,5   | 11,1  | 12,7  | 12,4  | 13    | 13,6  | 14,2  | 14,8  | 15,4  |       |       |
|                                                         | 25,4   | 28,4  | 33,7  | 35,1  | 38,7  | 42,5  | 46,5  | 50,6  | 54,9  |       |       |
|                                                         | 33,4   | 37,4  | 41,7  | 46,2  | 51    | 55,9  | 61,1  | 66,6  | 72,2  |       |       |
|                                                         | 8,01   | 8,99  | 10    | 11,1  | 12,2  | 13,4  | 14,7  | 16    | 17,3  |       |       |

[illegible]

воздуха, м<sup>3</sup>/ч

| Диаметр<br>или размеры<br>прямоугольного<br>сечения, мм |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Расход |
|---------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                                                         | 34000 | 36000 | 38000 | 40000 | 42000 | 44000 | 46000 | 48000 | 50000 | 52000 | 54000  |
| 1600x1500                                               | 7,82  | 8,34  | 8,79  | 9,26  | 9,72  | 10,2  | 10,6  | 11,1  | 11,6  | 12    | 12,5   |
|                                                         | 14,2  | 16,1  | 17,8  | 19,8  | 21,8  | 23,9  | 26,1  | 28,4  | 30,9  | 33,4  | 36     |
|                                                         | 18,8  | 21,1  | 23,5  | 26    | 28,7  | 31,5  | 34,4  | 37,4  | 40,6  | 43,9  | 47,4   |
|                                                         | 4,52  | 5,05  | 5,63  | 6,24  | 6,88  | 7,55  | 8,25  | 8,99  | 9,75  | 10,6  | 11,4   |
| 800x2000                                                | 11,8  | 12,5  | 13,2  | 13,9  | 14,6  | 15,3  |       |       |       |       |        |
|                                                         | 38,1  | 36    | 40,1  | 44,4  | 49    | 53,7  |       |       |       |       |        |
|                                                         | 42,3  | 47,4  | 52,8  | 58,5  | 64,5  | 70,9  |       |       |       |       |        |
|                                                         | 9,66  | 20,8  | 12,1  | 13,5  | 14,8  | 16,3  |       |       |       |       |        |
| 1200x2000                                               | 7,82  | 8,34  | 8,79  | 9,26  | 9,72  | 10,2  | 10,6  | 11,1  | 11,6  | 12    | 12,5   |
|                                                         | 14,2  | 16,1  | 17,8  | 19,8  | 21,8  | 23,9  | 26,1  | 28,4  | 30,9  | 33,4  | 36     |
|                                                         | 18,8  | 26,1  | 23,5  | 26    | 28,7  | 31,5  | 34,4  | 37,4  | 40,6  | 43,9  | 47,4   |
|                                                         | 4,29  | 4,81  | 5,36  | 5,34  | 6,55  | 7,17  | 7,84  | 8,54  | 9,26  | 10    | 10,8   |
| 1600x2000                                               | 5,92  | 6,25  | 6,6   | 6,94  | 7,3   | 7,63  | 8     | 8,32  | 8,68  | 9,02  | 9,38   |
|                                                         | 8,03  | 9     | 10    | 11,1  | 12,2  | 13,4  | 14,7  | 15,8  | 17,4  | 18,8  | 20,3   |
|                                                         | 10,6  | 11,8  | 13,2  | 14,6  | 16,1  | 17,7  | 19,3  | 20,8  | 22,8  | 24,7  | 26,6   |
|                                                         | 8,42  | 2,69  | 3,02  | 3,37  | 3,69  | 4,05  | 4,42  | 4,67  | 5,22  | 5,64  | 8,09   |

Примечания: 1-я строка – скорость воздуха, м/с;

2-я строка – местное сопротивление глушителя с обтекателем, Па;

3-я строка – местное сопротивление глушителя без обтекателя, Па;

4-я строка – сопротивление трения, Па на 1 м.



Окончание таблицы 10.8

| воздуха, м <sup>3</sup> /ч |       |       |       |       |       |        |       |       |        |       |       |   |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|---|
| 56000                      | 58000 | 60000 | 62000 | 64000 | 66000 | 680000 | 70000 | 75000 | 800000 | 85000 | 90000 | — |
| 13                         | 13,4  | 13,9  | 14,4  | 14,8  | 15,3  |        |       |       |        |       |       |   |
| 38,7                       | 41,5  | 44,5  | 47,5  | 50,6  | 53,8  |        |       |       |        |       |       |   |
| 51                         | 54,7  | 58,5  | 62,5  | 66,6  | 70,8  |        |       |       |        |       |       |   |
| 12,2                       | 13,1  | 14    | 15    | 16    | 17    |        |       |       |        |       |       |   |
|                            |       |       |       |       |       |        |       |       |        |       |       |   |
|                            |       |       |       |       |       |        |       |       |        |       |       |   |
|                            |       |       |       |       |       |        |       |       |        |       |       |   |
| 13                         | 13,4  | 13,9  | 14,4  | 14,8  | 15,3  |        |       |       |        |       |       |   |
| 38,7                       | 41,5  | 44,5  | 47,5  | 50,6  | 53,8  |        |       |       |        |       |       |   |
| 51                         | 54,7  | 58,5  | 62,5  | 66,6  | 70,8  |        |       |       |        |       |       |   |
| 11,6                       | 12,5  | 13,3  | 14,3  | 15,2  | 16,2  |        |       |       |        |       |       |   |
|                            |       |       |       |       |       |        |       |       |        |       |       |   |
| 9,71                       | 10,1  | 10,4  | 10,8  | 11,1  | 11,5  | 11,8   | 12,2  | 13    | 13,9   | 14,8  | 15,6  |   |
| 21,8                       | 23,4  | 25    | 26,7  | 28,7  | 30,2  | 32,1   | 34    | 39,1  | 44,4   | 50,2  | 56,3  |   |
| 28,7                       | 30,8  | 32,9  | 35,1  | 37,7  | 39,8  | 42,3   | 44,8  | 51,4  | 58,5   | 66,1  | 74    |   |
| 6,61                       | 7,03  | 7,52  | 8,03  | 8,3   | 9,1   | 9,66   | 10,2  | 11,8  | 13,5   | 15,1  | 16,9  |   |

## Глава 11. Противодымная защита при пожаре

### Общая часть

При возникновении пожара в здании особенно опасными для жизни людей являются дым и токсичные продукты горения.

В соответствии с действующими нормативными документами при проектировании жилых зданий и встроенно-пристроенных нежилых помещений (в том числе гаражей-стоянок легковых автомобилей) проектные объемно-планировочные и технические решения, должны предусматривать при возникновении пожара безопасную и быструю эвакуацию людей, безопасную работу пожарных, нераспространение дыма из горящего помещения в другие помещения и на другие этажи, сохранение материальных ценностей.

Согласно **СНИП 21-01-97** «Пожарная безопасность зданий и сооружений» незадымляемые лестничные клетки бывают следующих типов:

**H1** — с выходом в лестничную клетку с этажа через наружную, воздушную зону по открытым переходам, при этом должна быть обеспечена незадымляемость перехода через воздушную зону;

**H2** — с подпором воздуха в лестничную клетку при пожаре;

**H3** — со входом в лестничную клетку с этажа через тамбур-шлюз с подпором воздуха (постоянным или при пожаре).

Наиболее важную роль в обеспечении пожарной безопасности зданий и находящихся в них людей выполняют системы противодымной защиты, обеспечивающие эвакуацию людей из помещений здания в начальной стадии пожара.

В жилых зданиях проектируются следующие системы противодымной защиты в соответствии со **СНИП 2.08.01-89\***:

- дымоудаление из коридоров и холлов, системы приточной противодымной защиты (подпора воздуха) в лестничные клетки типа **H2**, в шахты лифтов, в тамбуры-шлюзы лестничных клеток типа **H3**;

- дымоудаление из глухих коридоров и холлов встроенно-пристроенных помещений, из помещений категории «В» и глухих коридоров подвалов;

- дымоудаление из подземных стоянок автомобилей, приточная противодымная вентиляция (подпор воздуха) в тамбуры-шлюзы.

Количество выделяемого при каждом пожаре дыма различно и изменяется на разных стадиях горения. Общее количество выделяющегося дыма зависит от размеров пожара и здания, в котором происходит пожар. Влияют на количество выделяющегося дыма количества и свойства горящих материалов и изделий.

Скорость выделения дыма зависит от размеров (периметра) очага пожара. Выделяющийся при пожаре дым разнообразен по составу и свойствам, различен по цвету — от светлого до черного.

Важными характеристиками дыма являются плотность и токсичность некоторых веществ, выделяющихся при пожаре. При горении различных материалов в здании могут выделяться токсичные газы или пары: углекислый газ, угарный газ, оксиды азота, цианистый водород, альдегиды, бензол и др.

Удаление дыма с этажа жилого дома, на котором возник пожар, происходит через автоматически открывающийся дымовой клапан, установленный в вентиляционной шахте под потолком лестнично-лифтового холла. В настоящее время используются следующие типы дымовых клапанов: КДП-5А завода Моспромэлектроконструкция (открывается под углом 45°), клапаны КДМ-2 и КПК-1 фирмы «ВИНГС-М», КП-Ф1 фирмы «ФАЕР», КПВС фирмы «Воздухотехника» и другие.

Пройдя через дымовой клапан, дым поступает в дымовую шахту, из которой по воздуховодам подается к вентилятору дымоудаления.

Расчет систем дымозащиты (дымоудаления из коридора и холла и подпора воздуха в лестничные клет-

ки и в шахты лифтов) жилого здания со встроенно-пристроенными нежилыми помещениями (административными, офисными, бытовыми и т.п.) производится в соответствии со **СНиП 2.04.05-91\*** и разработанными к ним ГПК НИИ СантехНИИпроект «Рекомендациям по противодымной защите при пожаре МДС 41-1.99».

Приведение в действие систем противодымной защиты должно осуществляться автоматически или дистанционно, от кнопок ручного пуска, устанавливаемых на лестничных площадках на этажах, в лифтовых холлах и тамбур-шлюзах.

## Примеры расчета систем дымозащиты

### Пример 1.

#### РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ДЫМОУДАЛЕНИЯ\*

##### Исходные данные

18-этажное жилое здание; незадымляемая лестница типа Н1. Расчетная температура наружного воздуха в теплый период года  $t_n = 28,5$  °С (параметры Б), в холодный период года  $t_n = -26$  °С. Дверь для выхода в лестничную клетку имеет ширину  $B = 0,9$  м, высоту  $H = 2,2$  м, шахта дымоудаления выполнена из бетона. В лифтовом холле установлено два лифта: один только для подъема пассажиров (размер входной двери  $B \times H = 820 \times 2050$  мм), другой может использоваться во время пожара для подъема пожарного подразделения (размер входной двери  $1320 \times 2050$ ). Высота этажа 3 м. Число дверей на этаже — 4.

1. Определяем расход дыма по формуле (1) пособия

$$G_d = 0,95 \cdot B \cdot H^{1,5},$$

где  $B$  — ширина большей створки двери при выходе из коридора или холла на лестничную клетку или наружу, м;

$H$  — высота двери, м; при  $H < 2$  м принимается  $H = 2$  м, при  $H > 2,5$  м принимается  $H = 2,5$  м;

$$G_d = 0,95 \cdot 0,9 \cdot 2,2^{1,5} = 2,79 \text{ кг/с} = 10044 \text{ кг/ч}$$

2. Принимаем к установке дымовой клапан КДМ-2 размером  $800 \times 500$  мм с площадью проходного сечения  $A = 0,3 \text{ м}^2$  и шахту размером  $800 \times 500$  мм, с площадью  $F_{\text{ш}} = 0,4 \text{ м}^2$ . Массовую скорость дыма в открытом клапане на 1-м этаже определяем по формуле

$$v_p = \frac{G_d}{A},$$

где  $A$  — площадь проходного сечения клапана,  $\text{м}^2$ .

$$v_p = \frac{2,79}{0,3} = 9,3 \text{ кг/(с} \cdot \text{м}^2\text{)}.$$

Массовая скорость дыма в шахте:

$$v_p = \frac{G_d}{F_{\text{ш}}},$$

$$v_p = \frac{G_d}{F_{\text{ш}}} = \frac{2,79}{0,4} = 6,98 \text{ кг/(с} \cdot \text{м}^2\text{)}.$$

3. Определяем потери давления в дымовом клапане на 1-м этаже по формуле (3) пособия:

$$P_1 = (\xi_1 + \xi_2) \cdot \frac{v_p^2}{2 \cdot \rho},$$

где  $\xi_1$  — коэффициент сопротивления входа в дымовой клапан и в шахту с коленом  $90^\circ$ , принимается равным 2,2;

$\xi_2$  — коэффициент сопротивления в месте присоединения клапана к шахте или ответвления от нее, принимается по справочнику проектировщика «Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 2» (М.: Стройиздат, 1992)<sup>1</sup>;

$v_p$  — массовая скорость дыма в проходном сечении  $A$  клапана,  $\text{кг/(с} \cdot \text{м}^2\text{)}$ , рекомендуется принимать  $7-10 \text{ кг/(с} \cdot \text{м}^2\text{)}$ ;

$\rho$  — плотность дыма при температуре  $300$  °С, принимается  $0,61 \text{ кг/м}^3$ .

$$P_1 = 2,5 \cdot \frac{9,3^2}{2 \cdot 0,61} = 177 \text{ Па},$$

где  $(\xi_1 + \xi_2) = 2,5$ .

4. Потери давления на трение на 1-м участке шахты из бетона при  $K_c = 1,7$  и скоростном давлении  $h_{d1} = 6,98^2 / (2 \cdot 0,61) = 40 \text{ Па}$  определяем по формуле (4) пособия:

$$P_2 = K_{\text{тр}} \cdot R_{\text{тр}} \cdot K_c \cdot l + \sum \xi \cdot \frac{v_p^2}{2 \cdot \rho},$$

где  $K_{\text{тр}}$  — коэффициент, учитывающий содержание в дыме твердых частиц, принимается равным 1,1. Если величина потерь давления на трение  $R_{\text{тр}}$  задана в  $\text{кгс/м}^2$ , то при расчетах в Па  $K_{\text{тр}} = 1,1 \cdot 9,81 = 10,8$ ;

$R_{\text{тр}}$  — потери давления на трение,  $\text{кгс/м}^2$ , соответ-

\* Расчеты (примеры 1—3) выполнены по пособию «Рекомендации по противодымной защите при пожаре» МДС 41-1-99 СантехНИИпроекта.

<sup>1</sup> Во всех приведенных расчетах систем дымозащиты коэффициенты местных сопротивлений определены по указанному справочнику.

ствующие величине скоростного давления при массовой скорости дыма или газов на этом участке воздуховода или шахты; определяются по справочнику проектировщика для эквивалентного диаметра участка воздуховода или шахты; допускается принимать также по табл. 1 пособия МДС41-1.99;

$\Sigma \xi = 0$  — по табл. 1 пособия;

$K_c$  — коэффициент для шахт и воздухопроводов; для воздухопроводов, выполненных из бетона  $K_c = 1,7$ , для стальных воздухопроводов — 1,0;

$l$  — длина шахты или воздуховода, м, включая длину колен, отводов, тройников и пр.;

$v_p$  — массовая скорость дыма в воздуховодах и шахтах, кг/(с · м<sup>2</sup>);

$\rho$  — плотность дыма, кг/м<sup>3</sup>.

$$P_2 = 10,8 \cdot 0,1 \cdot 1,7 \cdot 3,0 = 5,5 \text{ Па}$$

5. Определяем подсос воздуха через неплотности закрытого дымового канала на 2-м этаже здания по формуле (5) пособия:

$$G_{k1} = 0,0112 \cdot (A \cdot P)^{0,5},$$

где  $A$  — площадь проходного сечения клапана, м<sup>2</sup>;

$P$  — потери давления при проходе воздуха через неплотности притворов закрытого клапана, Па, принимаются по расчету сопротивления первого участка системы,

$$P = P_1 + P_2 = 177 + 5,5 = 182,5 \text{ Па.}$$

$$G_{k1} = 0,0112 \cdot (0,3 \cdot 182,5)^{0,5} = 0,083 \text{ кг/с.}$$

6. Количество газов в устье дымовой шахты определяем по расходу дыма при равномерном подсосе воздуха через 17 закрытых дымовых клапанов по формуле (6) пособия:

$$G_{y1} = G_d + G_{k1} \cdot (N - 1),$$

где  $G_d$ ,  $G_{k1}$  — соответственно количество дыма, определяемое по формулам (1) или (2) пособия, и расход воздуха через закрытый клапан, определяемый по формуле (5) пособия;

$N$  — число этажей в здании, в которых предусматривается удаление дыма.

$$G_{y1} = 2,79 + 0,083 \cdot 17 = 4,2 \text{ кг/с.}$$

7. Потери давления в дымовой шахте, Па, при расходе газов в устье шахты  $G_{y1}$ , кг/с, определяем

при среднем скоростном давлении  $h_{d,sp}$  в шахте по формуле (7) пособия:

$$P_{y1} = 10,8 \cdot R_{tp} \cdot K_c \cdot H_3 \cdot (N - 1) + 0,1 \cdot (N - 1) \cdot h_{d,sp} + P_1 + P_2,$$

где  $R_{tp}$  — потери давления на трение, кгс/м<sup>2</sup>, при среднем скоростном давлении  $h_{d,sp}$ , Па;

$K_c$  — коэффициент по п. 4 расчета;

$H_3$  — высота этажа здания, м;

$N$  — число этажей в здании;

$$h_{d,sp} = (h_{d1} + h_{d,y}) \cdot 0,5;$$

$$h_{d1} = \frac{\left(\frac{G_d}{F_w}\right)^2 \left(\frac{2,79}{0,4}\right)^2}{2 \cdot 0,61} = \frac{\left(\frac{2,79}{0,4}\right)^2}{2 \cdot 0,61} = 40,0 \text{ Па — скоростное}$$

давление в воздуховоде на 1-м участке;

$$\rho_y = \frac{G_{y1}}{\left(\frac{G_d}{0,61} + \frac{G_{y1} - G_d}{1,2}\right)} = \frac{4,2}{\left(\frac{2,79}{0,61} + \frac{4,2 - 2,79}{1,2}\right)} = 0,73 \text{ кг/м}^3;$$

$$h_{d,y} = \frac{\left(\frac{G_{y1}}{F_w}\right)^2 \left(\frac{4,2}{0,4}\right)^2}{2 \cdot \rho_y} = \frac{\left(\frac{4,2}{0,4}\right)^2}{2 \cdot 0,73} = 75,5 \text{ Па — скоростное}$$

давление в устье шахты;

$$h_{d,sp} = (40 + 75,5) \cdot 0,5 = 57,8 \text{ Па;}$$

$P_1$  — потери давления в дымовом клапане на 1-м этаже, определены в п. 3 расчета,  $P_1 = 177$  Па;

$P_2$  — потери давления на трение на 1-ом участке шахты, определены в п. 4 расчета,  $P_2 = 5,5$  Па;

$$P_{y1} = 10,8 \cdot R_{tp} \cdot K_c \cdot H_3 \cdot (N - 1) + 0,1 \cdot (N - 1) \cdot h_{d,sp} + P_1 + P_2 = 10,8 \cdot 0,13 \cdot 1,7 \cdot 3,0 \cdot 17 + 0,1 \cdot 17 \cdot 57,8 + 177 + 5,5 = 402,5 \text{ Па.}$$

8. Подсос воздуха через закрытый дымовой клапан на 18-м этаже при  $P_{y1} = 402,5$  Па определяем по формуле (8) пособия:

$$G_{k2} = 0,0112 \cdot (A \cdot P_{y1})^{0,5},$$



где  $A$  — площадь проходного сечения клапана КДМ-2,  $\text{м}^2$ ;

$P_{y1}$  — потери давления в клапане (п. 7 расчета).

$$G_{k2} = 0,0112 \cdot (0,3 \cdot 402,5)^{0,5} = 0,123 \text{ кг/с.}$$

9. Подсосы воздуха в шахту через 17 закрытых клапанов и дыма через открытый клапан на 1-м этаже определяем по формуле (9) пособия — это принимается за окончательный результат:

$$G_{y2} = (G_{k1} + G_{k2}) \cdot 0,5 \cdot (N - 1) + G_d,$$

где  $G_{k1}$ ,  $G_{k2}$  — определены соответственно в пп. 5 и 8 расчета;

$N$  — число этажей в здании, в которых предусматривается удаление дыма;

$G_d$  — количество дыма, кг/с, по п. 1 расчета.

$$G_{y2} = (0,083 + 0,123) \cdot 0,5 \cdot 17 + 2,79 = 4,54 \text{ кг/с.}$$

10. Для присоединения шахты к вентилятору принят воздуховод сечением  $d = 800$  мм, длиной  $l = 9$  м, с двумя отводами.

Соппротивление участка воздуховода от дымовой шахты до вентилятора  $P_{вс}$ , Па, рассчитываем по формуле (4) пособия при расходе  $G_{y2}$ :

$$P_{вс} = K_{тр} \cdot R_{тр} \cdot K_c \cdot l + \sum \xi \cdot \frac{v_p^2}{2 \cdot \rho} = 10,8 \cdot 0,12 \cdot 1 \cdot 9 +$$

$$+ 0,5 \cdot 2 \cdot 56,5 = 68,2 \text{ Па,}$$

при скоростном давлении в воздуховоде

$$h_d = \frac{\left(\frac{4,54}{0,5}\right)^2}{2 \cdot 0,73} = 56,5 \text{ Па}$$

и потерях давления на трение  $R_{тр}$ , определяемых по табл. 1 пособия:

$$R_{тр} = 0,17 \text{ кгс/м}^2.$$

11. Определяем потери давления системы на всасывании по формуле (10) пособия:

$$P_{y2} = P_{y1} + P_{вс},$$

где  $P_{y1} = 402,5$  Па, определено в п. 7 расчета;

$P_{вс} = 68,2$  Па, определено в п. 10 расчета.

$$P_{y2} = 402,5 + 68,2 = 470,0 \text{ Па}$$

12. Определяем подсосы воздуха через неплотности отсасывающих частей сети (шахты и воздухо-

вода, присоединяющего ее к вентилятору) по формуле (11) пособия:

$$G_n = K \cdot [G_1 \cdot \Pi_1 \cdot l_1 \cdot (N - 1) + G_2 \cdot \Pi_2 \cdot l_2],$$

где  $G_1$ ,  $G_2$  — удельные расходы воздуха,  $\text{кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$ , на  $1 \text{ м}^2$  внутренней поверхности соответственно шахты и воздуховода (табл. 2 пособия);  $G_1 = 0,0023 \text{ кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$  — для шахты из бетона (Н);  $G_2 = 0,00068 \text{ кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$  — для стального воздуховода (П);

$\Pi_1$ ,  $\Pi_2$  — периметры участков отсасывающей сети воздуховодов по внутреннему сечению, м;

$l_1$ ,  $l_2$  — длины участков сети воздуховодов, м;

$K$  — коэффициент, для прямоугольных воздуховодов равен 1,1, для круглых — 1,0;

$N$  — число этажей, в которых предусматривается удаление дыма.

$$G_n = 1,0 \cdot [0,0023 \cdot 2,6 \cdot 3,0 \cdot (18 - 1) + 0,00068 \cdot 0,251 \times \times 9] = 0,31 \text{ кг/с.}$$

13. Общий расход смеси воздуха и дыма перед вентилятором по формуле (12) пособия:

$$G_{сум} = G_{y2} + G_n,$$

$$G_{сум} = 4,54 + 0,31 = 4,85 \text{ кг/с.}$$

14. Потери давления на всасывании с учетом подсоса воздуха через неплотности воздуховодов определяем по формуле (13) пособия:

$$P_v = P_{y2} \cdot \left[ 1 + \left( \frac{G_{сум}}{G_{y1}} \right)^2 \right] \cdot 0,5;$$

$$P_v = 470 \cdot \left[ 1 + \left( \frac{4,85}{4,2} \right)^2 \right] \cdot 0,5 = 545 \text{ Па.}$$

15. Плотность газов перед вентилятором рассчитываем по формуле (14) пособия:

$$\rho_{сум} = \frac{G_{сум}}{\frac{G_d}{0,61} + \frac{G_{сум} - G_d}{1,2}};$$

$$\rho_{сум} = \frac{4,85}{\frac{2,79}{0,61} + \frac{4,85 - 2,79}{1,2}} = 0,77 \text{ кг/м}^3,$$

а температура смеси газов

$$T = \frac{353 - 273 \cdot \rho_{сум}}{\rho_{сум}};$$

$$T = \frac{353 - 273 \cdot 0,77}{0,77} = 186 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

16. Для удаления газов принимается радиальный вентилятор с положением кожуха  $270^{\circ}$ , соединенный диффузором с дымовой трубой длиной 4,5 м и диаметром 800 мм. Дымовая труба оборудована переходом с 800 на 630 мм длиной 0,5 м, для создания факельного выброса.

Массовая скорость выхода газов через дымовую трубу

$$v_p = \frac{G_{\text{сум}}}{F_{\text{пер}}} = \frac{4,85}{0,312} = 15,5 \text{ кг/(с} \cdot \text{м}^2\text{)}, \text{ и скоростное}$$

давление составит:

$$h_{\text{вых}2} = \frac{v_p^2}{2 \cdot \rho_{\text{сум}}} = \frac{15,5^2}{2 \cdot 0,77} = 156 \text{ Па (для } d = 630 \text{ мм);}$$

$$h_{\text{вых}1} = \frac{(4,85/0,5)^2}{2 \cdot 0,77} = 61,1 \text{ Па (для } d = 800 \text{ мм).}$$

Потери давления на выходе определены по формуле (4) пособия:

$$P_{\text{вых}} = K_{\text{тр}} \cdot R_{\text{тр}} \cdot K_c \cdot l + \sum \xi \cdot \frac{v_p^2}{2 \cdot \rho} = 10,8 \cdot [(0,121 \cdot 4,5) + (0,24 \cdot 0,5)] + 5,0 \cdot 1,5 \cdot 61,1 = 465 \text{ Па}$$

17. Суммарные потери давления в сети определяем по формуле (15) пособия:

$$P_{\text{сум}} = P_{\text{в}} + P_{\text{вых}} = 545 + 465 = 1010 \text{ Па.}$$

18. Естественное давление газов при высоте дымовой шахты  $H_{\text{ш}} = 52$  м и высоте трубы  $H_{\text{вых}} = 5$  м определяем по формуле (16) пособия:

$$P_{\text{ес}} = H_{\text{ш}} \cdot [\gamma_{\text{н}} - (\rho_{\text{сум}} + \rho_{\text{д}}) \cdot 4,95] + H_{\text{вых}} \cdot (\gamma_{\text{н}} - \rho_{\text{сум}} \cdot 9,81),$$

где  $\rho_{\text{д}}$  — плотность дымовых газов, при удалении их из коридоров и холлов принимается  $0,61 \text{ кг/м}^3$ ;

$\rho_{\text{сум}}$  — плотность дымовых газов, удаляемых из здания, определена в п. 15 расчета:

$$\rho_{\text{сум}} = 0,77 \text{ кг/м}^3;$$

$\gamma_{\text{н}}$  — удельный вес наружного воздуха в теплый период года по параметрам Б, рассчитывается по формуле

$$\gamma_{\text{н}} = \frac{3463}{273 + t_{\text{н}}} = \frac{3463}{273 + 28,5} = 11,49 \text{ Н/м}^3,$$

где  $t_{\text{н}} = 28,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$  — заданная температура наружного воздуха.

$$P_{\text{ес}} = 52 \cdot [11,49 - (0,77 + 0,61) \cdot 4,95] + 5,0 \cdot (11,49 - 0,76 \cdot 9,81) = 262 \text{ Па.}$$

19. Потери давления в системе с учетом естественного давления газов определяем по формуле (17) пособия:

$$P_{\text{вен}} = P_{\text{сум}} - P_{\text{ес}} = 1010 - 262 = 748 \text{ Па.}$$

20. Напор вентилятора по условным потерям давления определяем по формуле (18) пособия:

$$P_{\text{ус}} = 1,2 \cdot \frac{P_{\text{вен}}}{\rho_{\text{сум}}} = 1,2 \cdot \frac{748}{0,77} = 1166 \text{ Па.}$$

21. Требуемую производительность вентилятора по воздуху определяем по формуле (19) пособия:

$$L_{\text{в}} = 3600 \cdot \frac{G_{\text{сум}}}{\rho_{\text{сум}}} = 3600 \cdot \frac{4,85}{0,77} = 22820 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

22. Принимаем к установке радиальный вентилятор ВР-80-70-10ДУ-01 с электродвигателем АИР180М6,  $N = 18,5 \text{ кВт}$ ,  $n = 980 \text{ об/мин}$ .

### Пример 2.

### РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ПРИТОЧНОЙ ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

#### Исходные данные

аналогичны исходным данным к примеру 1, приведенным на стр. 127.

1. Определяем давление в лифтовой шахте на 1-м этаже по формуле (20) пособия:

$$P_{\text{ш}1} = P_{\text{вес}} = P_{\text{к}1} = 0,7 \cdot v^2 \cdot \rho + 20,$$

где  $P_{\text{вес}}, P_{\text{к}1}$  — в настоящем расчете не используются;

$v$  — расчетная скорость ветра для холодного периода года (параметры Б);

$\rho$  — плотность наружного воздуха,  $\text{кг/м}^3$ , при расчетной температуре наружного воздуха (параметры Б) по СНиП 2.04.05\*,

$$\rho = \frac{353}{273 + (-26)} = 1,43 \text{ кг/м}^3.$$

$$P_{\text{ш}1} = 0,7 \cdot 4^2 \cdot 1,43 + 20 = 36,0 \text{ Па}$$

2. Расход наружного воздуха, выходящего через открытые двери лифтов и здания, по формуле (22)

пособия, при Z-образном тамбуре, двух лифтах и ширине створки двери 0,9 м:

$$G_{ш1} = 2950 + 10^3 \cdot (8,8 \cdot P_{ш1} - 12)^{0,5}.$$

При ширине створки двери  $B > 0,6$  м, как и в нашем случае, полученное значение расхода воздуха  $G_{ш1}$  следует умножить на  $1,67 \cdot B$ .

$$G_{ш1} = 2950 + 10^3 \cdot (8,8 \cdot 36 - 12)^{0,5} \cdot 1,67 \cdot 0,9 = 29190 \text{ кг/ч}.$$

3. Определяем средний расход воздуха на каждом этаже по формуле (26) пособия:

$$G_{ср} = 1050 + 5,2 \cdot P_{ш1}^{0,5} + 20 \cdot (N - 1) + 30 \cdot (n - 4),$$

где  $P_{ш1}$  — давление воздуха в шахте лифта на 1-м этаже, Па, (п. 1 расчета);

$N$  — число этажей в здании;

$n$  — среднее число дверей на одном этаже для выхода в коридор;

$$G_{ср} = 1050 + 5,2 \cdot 36^{0,5} + 20 \cdot (18 - 1) + 0 = 1421,2 \text{ кг/ч}.$$

4. Расход воздуха, подаваемого в лифтовые шахты определяем по формуле (21) пособия:

$$G_{ш} = G_{ш1} + [G_{ср} - 5 \cdot (t_n + 25)] \cdot (N - 1),$$

где  $G_{ш1}$  — расход наружного воздуха, кг/ч, при открытых дверях лифтовых шахт на первом этаже и открытой двери на выходе из здания.

$$G_{ш} = 29190 + [1421,2 - 5 \cdot (-26 + 25)] \cdot (18 - 1) = 53435 \text{ кг/ч} = 44530 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

5. В соответствии с НПБ-250-97 проектируются системы подпора воздуха в каждую шахту лифтов (один из лифтов используется для подъема пожарного подразделения во время пожара; система подпора в шахту этого лифта согласно НПБ-250-97 должна быть автономной).

Полученную по формуле (21) величину  $G_{ш}$  делим пропорционально площадям дверей лифтов (см. исходные данные).

Расход воздуха, подаваемого в шахту лифта для подъема пожарного подразделения

$$G_{ш,пож,л} = 27470 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расход воздуха, подаваемого в пассажирский лифт

$$G_{ш,пвс} = 17910 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

6. Определяем необходимое давление вентилятора для подачи наружного воздуха в лифтовые шахты по формуле (27) пособия:

$$P_{вен, ш} = \Delta P_c + P_{ш1} + N \cdot h \cdot (\gamma_n - \gamma_{ш}),$$

где  $\Delta P_c$  — потери давления в системе вентиляции от точки приема наружного воздуха до входа воздуха в лифтовую шахту, Па;

$h$  — высота этажа в здании, м;

$\gamma_n - \gamma_{ш}$  — разность удельных весов наружного воздуха и воздуха в лифтовой шахте, Н/м<sup>3</sup>, принимается в зависимости от температуры наружного воздуха  $t_n$  по табл. 11.1.

$$P_{вен, ш} = \Delta P_c + 36 + 18 \cdot 3 \cdot 1,104 = \Delta P_c + 95,6 \text{ Па}.$$

7. Принимаем систему подпора в пожарный лифт: воздуховод  $d = 800$  мм, шахта бетонная  $1800 \times 1200$ , длина 12 м, два отвода, клапан КВУ  $1600 \times 1000$ :

$$\Delta P_{с1} = 0,96 \cdot 12 + 0,32 \cdot 2 + 1,53 \cdot 8,47 + 0,01 \cdot 1,7 \times \times 2,5 + 0,12 \cdot 5,4 + 0,5 \cdot 22,1 + 54,3 \cdot (0,21 \cdot 2 + 0,35 + + 0,5 + 0,3) = 122 \text{ Па}.$$

$$P_{вен, ш1} = 122 + 95,6 = 218 \text{ Па}.$$

8. Принимаем систему подпора в пассажирский лифт:

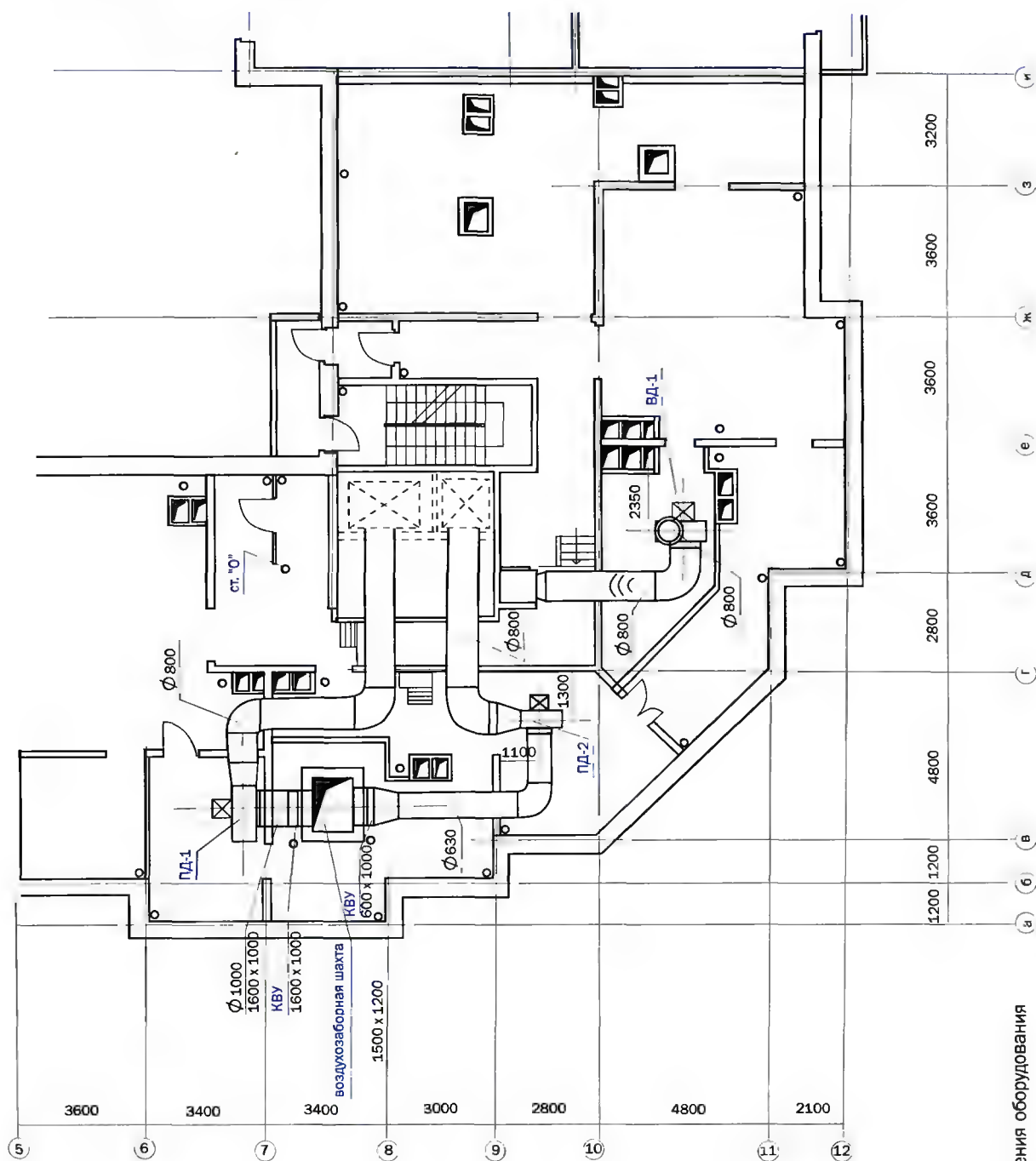
воздуховод Ф630, длина 14 м, два отвода, клапан КВУ  $600 \times 1000$ :

$$\Delta P_{с2} = 1,27 \cdot 14 + 0,32 \cdot 1,4 + 1,53 \cdot 8,47 + 0,01 \cdot 1,7 \times$$

Таблица 11.1

Разность удельных весов воздуха, Н/м<sup>3</sup>, для лестничных клеток и лифтовых шахт (из МДС41-1.99)

|                                                                            |     |      |     |      |     |      |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|------|-----|------|-----|------|
| Температура наружного воздуха $t_n$ , °C                                   | -45 | -35  | -25 | -15  | -10 | -5   |
| Температура воздуха в лифтовой шахте $t_{ш}$ , °C                          | -16 | -7,5 | -4  | -2,5 | +4  | +8   |
| Разность удельных весов воздуха $\gamma_n - \gamma_{ш}$ , Н/м <sup>3</sup> | 1,7 | 1,5  | 1,1 | 0,85 | 0,7 | 0,56 |



**Рис. 11.1.1.** Пример размещения оборудования в вентиляционной камере



$$\times 2,5 + 0,55 \cdot 15 + 54,3 \cdot (0,21 \cdot 2 + 0,35 + 0,5 + 0,3) = 125 \text{ Па.}$$

$$P_{\text{вен. ш2}} = 125 + 95,6 = 221 \text{ Па.}$$

На основании конструктивных решений для системы подпора воздуха ПД-1 в шахту лифта, используемого для подъема пожарного подразделения, выбираем радиальный вентилятор ВР 80-70-10,2-0,2 с электродвигателем АИР160S8,  $N = 7,5 \text{ кВт}$ ,  $n = 730 \text{ об./мин.}$

Для системы подпора воздуха ПД-2 в шахту пассажирского лифта выбираем радиальный вентилятор ВР 86-77 №8 с колесом 0,9Д<sub>ном</sub>, с электродвигателем АИР 132S6,  $N = 5,5 \text{ кВт}$ ,  $n = 960 \text{ об./мин.}$

Пример размещения оборудования в вентиляционной камере — на рис. 11.1.

### Пример 3. РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ДЫМОУДАЛЕНИЯ ИЗ КОРИДОРА ПОДЗЕМНОЙ СТОЯНКИ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

#### Исходные данные

12-этажное жилое здание, глухой коридор подземной стоянки легковых автомобилей, размер эвакуационной двери  $B \times H = 0,9 \times 2,5 \text{ м}$ , количество людей — менее 25 человек.

1. Количество дыма, удаляемого из коридора через дымовой клапан по формуле (2) пособия:

$$G_d = 1,2 \cdot B \cdot H^{1,5} \cdot K_d = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 2,5^{1,5} \cdot 0,8 = 3,4 \text{ кг/с} = 12240 \text{ кг/ч.}$$

2. Принимаем к установке дымовой клапан КДМ-2 размером  $800 \times 500 \text{ мм}$ , с площадью проходного сечения  $A = 0,3 \text{ м}^2$  и шахту размером  $800 \times 500 \text{ мм}$ , с площадью  $F_{\text{ш}} = 0,4 \text{ м}^2$ . Массовая скорость дыма на 1-м участке:

$$\text{в открытом клапане } v_p = \frac{3,4}{0,3} = 11,3 \text{ кг/см}^2;$$

$$\text{в шахте } v_p = \frac{3,4}{0,8 \cdot 0,5} = 8,5 \text{ кг/см}^2.$$

3. Определяем потери давления в дымовом клапане на 1-м этаже по формуле (3) пособия:

$$P_1 = (\xi_1 + \xi_2) \cdot \frac{v_p^2}{2 \cdot \rho} = \frac{2,5 \cdot 11,3^2}{2 \cdot 0,61} = 262 \text{ Па,}$$

$$\text{где } \xi_1 + \xi_2 = 2,5$$

4. Потери давления на трение на 1-м участке шахты из бетона при  $K_c = 1,7$  определяем по формуле (4) пособия:

$$P_2 = K_{\text{тр}} \cdot R_{\text{тр}} \cdot K_c \cdot l + \sum \xi \cdot \frac{v_p^2}{2 \cdot \rho},$$

где  $K_{\text{тр}} = 1,1 \cdot 9,81 = 10,8$  (так как  $R_{\text{тр}}$  заданы в кгс/м<sup>2</sup>).

При скоростном давлении в шахте

$$h_{d1} = \frac{v_p^2}{2 \cdot \rho} = \frac{8,5^2}{2 \cdot 0,61} = 59,2 \text{ Па,}$$

$$R_{\text{тр}} = 0,15 \text{ кгс/м}^2 \text{ и } \sum \xi = 0 \text{ (см. табл. 1 пособия):}$$

$$P_2 = 10,8 \cdot 0,15 \cdot 1,7 \cdot 3 = 8,3 \text{ Па.}$$

5. В нашем случае расход газов в устье дымовой шахты

$$G_{y1} = G_d = 3,4 \text{ кг/с} = 12240 \text{ кг/ч.}$$

6. Подсос воздуха в шахту через закрытые клапаны отсутствует, так как дымовых клапанов на других этажах нет.

$$G_{k1} \cdot (N - 1) = 0; \quad G_{y1} = G_d + G_{k1} = G_d;$$

$$G_{y2} = (G_{k1} + G_{k2}) \cdot 0,5 \cdot (N - 1) + G_d = 0 + 3,4 = 3,4 \text{ кг/с.}$$

7. Потери давления в дымовой шахте, Па, при расходе газов в устье шахты  $G_{y1}$ , кг/с, определяем при среднем скоростном давлении в шахте  $h_{\text{дср}}$ , Па, по формуле (7) пособия:

$$P_{y1} = 10,8 \cdot R_{\text{тр}} \cdot K_c \cdot H_3 \cdot (N - 1) + 0,1 \cdot (N - 1) \cdot h_{\text{дср}} + P_1 + P_2,$$

$$h_{\text{дср}} = (h_{d1} + h_{dy}) \cdot 0,5.$$

При скоростном давлении в устье шахты  $h_{dy} = h_{d1}$

$$h_{\text{дср}} = 59,2 \text{ Па.}$$

$$P_{y1} = 10,8 \cdot 0,15 \cdot 1,7 \cdot 3 \cdot (12 - 1) + 0,1 \cdot (12 - 1) \times 59,2 + 262 + 8,3 = 426,3 \text{ Па}$$

8. Для присоединения шахты к вентилятору принят воздуховод сечением  $600 \times 600 \text{ мм}$  длиной 7 м с двумя отводами. Потери давления в этом воздуховоде составят

$$P_{\text{вс}} = K_{\text{тр}} \cdot R_{\text{тр}} \cdot K_c \cdot l + \sum \xi \cdot \frac{v_p^2}{2 \cdot \rho}.$$

При скоростном давлении в воздуховоде

$$h_d = \frac{v_p^2}{2 \cdot \rho} = \frac{\left(\frac{3,4}{0,36}\right)^2}{2 \cdot 0,61} = 73,0 \text{ Па} \quad \text{и} \quad R_{\text{тр}} = 0,15 \text{ кгс/м}^2$$

(см. табл. 1 пособия)

$$P_{\text{вс}} = 10,8 \cdot 0,18 \cdot 1,0 \cdot 7,0 + 0,5 \cdot 2 \cdot 73,0 = 86,6 \text{ Па.}$$

9. Потери давления в системе на всасывании определяются по формуле 10 пособия:

$$P_{y2} = P_{y1} + P_{вс} = 426,3 + 87,0 = 513,3 \text{ Па.}$$

10. Определяем подсосы воздуха через неплотности отсасывающих частей сети по формуле (11) пособия, преобразованной с учетом особенностей данной системы дымоудаления:

$$G_n = K \cdot G_1 \cdot \Pi_1 \cdot l_1 + G_2 \cdot \Pi_2 \cdot l_2,$$

где  $G_1, G_2$  — удельные расходы воздуха,  $\text{кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$ , на  $1 \text{ м}^2$  внутренней поверхности соответственно шахты и воздуховода (табл. 2 пособия);  $G_1 = 0,0022 \text{ кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$  — для шахты из бетона (Н);  $G_2 = 0,0007 \text{ кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$  — для стального воздуховода (П);

$\Pi_1, \Pi_2$  — периметры шахты и воздуховода соответственно, по их внутреннему сечению, м;

$l_1, l_2$  — длины шахты и воздуховода, м;

$K$  — коэффициент, для прямоугольных воздухопроводов равен 1,1.

$$G_n = 1,1 \cdot 0,0022 \cdot 2,6 \cdot 3 \cdot 12 + 0,0007 \cdot 2,4 \cdot 7 = 0,24 \text{ кг/с.}$$

11. Общий расход смеси воздуха и дыма по формуле (2) пособия:

$$G_{\text{сум}} = G_{y2} + G_n = 3,4 + 0,24 = 3,64 \text{ кг/с.}$$

12. Потери давления на всасывании с учетом подсоса воздуха через неплотности воздухопроводов определяем по формуле (13) пособия:

$$P_v = P_{y2} \cdot \left[ 1 + \left( \frac{G_{\text{сум}}}{G_{y1}} \right)^2 \right] \cdot 0,5;$$

$$P_v = 513,3 \cdot \left[ 1 + \left( \frac{3,64}{3,4} \right)^2 \right] \cdot 0,5 = 551 \text{ Па.}$$

13. Плотность газов перед вентилятором определяем по формуле (14) пособия:

$$\rho_{\text{сум}} = \frac{G_{\text{сум}}}{\frac{G_d}{0,61} + \frac{G_{\text{сум}} - G_d}{1,2}};$$

$$\rho_{\text{сум}} = \frac{3,64}{\frac{3,4}{0,61} + \frac{3,64 - 3,4}{1,2}} = 0,63 \text{ кг/м}^3.$$

14. Температура газов перед вентилятором

$$T = \frac{353 - 273 \cdot 0,63}{0,63} = 287,3 \text{ }^\circ\text{C.}$$

15. Для удаления газов наружу принимается радиальный вентилятор с положением кожуха  $270^\circ$  (при таком положении в корпусе вентилятора не со-

бираются осадки), соединенный диффузором с дымовой трубой длиной 5 м, диаметром 710 мм (площадь сечения  $F_T = 0,4 \text{ м}^2$ ).

Массовая скорость выхода газов через дымовую трубу

$$v_p = \frac{G_{\text{сум}}}{F_T} = \frac{3,64}{0,4} = 9,1 \text{ кг/см}^2.$$

Скоростное давление

$$h_d = \frac{v_p^2}{2 \cdot \rho} = \frac{9,1^2}{2 \cdot 0,63} = 65,7 \text{ Па.}$$

16. Потери давления на выходе определяются по формуле (4) пособия:

$$P_{\text{вых}} = K_{\text{тр}} \cdot R_{\text{тр}} \cdot K_{c1} + \sum \xi \cdot \frac{v_p^2}{2 \cdot \rho};$$

$$P_{\text{вых}} = 10,8 \cdot 0,15 \cdot 1,0 \cdot 5 + 1,6 \cdot 65,7 = 113,1 \text{ Па.}$$

17. Суммарные потери давления в сети по формуле (15) пособия:

$$P_{\text{сум}} = P_v + P_{\text{вых}} = 551 + 113,1 = 664,1 \text{ Па.}$$

18. Естественное давление газов определяем по формуле (16) пособия при высоте дымовой шахты  $H_{\text{ш}} = 38,4 \text{ м}$  и высоте трубы  $H_{\text{вых}} = 5 \text{ м}$ , при удельном весе наружного воздуха в теплый период года  $\gamma_n$  (по параметрам Б):

$$P_{\text{ес}} = H_{\text{ш}} \cdot [\gamma_n - (\rho_{\text{сум}} - \rho_d) \cdot 4,95] + H_{\text{вых}} \cdot (\gamma_n - \rho_{\text{сум}} \cdot 9,81),$$

$$\text{где } \gamma_n = \frac{3463}{273 + t_n} = \frac{3463}{273 + 28,5} = 11,49 \text{ Н/м}^3;$$

$\rho_{\text{сум}} = 0,63 \text{ кг/м}^3$  — плотность газов перед вентилятором, определена в п. 13 расчета;

$\rho_d = 0,61 \text{ кг/м}^3$  — плотность газов, удаляемых из коридора.

$$P_{\text{ес}} = 38,4 \cdot [11,49 - (0,63 + 0,61) \cdot 4,95] + 5 \cdot (11,49 - 0,63 \cdot 9,81) = 232 \text{ Па.}$$

Потери давления в системе с учетом естественного давления газов по формуле (17) пособия:

$$P_{\text{вен}} = P_{\text{сум}} - P_{\text{ес}} = 664,1 - 232 = 432,0 \text{ Па.}$$

19. Напор вентилятора по условным потерям давления определяем по формуле (18) пособия:

$$P_{\text{ус}} = 1,2 \cdot \frac{P_{\text{вен}}}{\rho_{\text{сум}}} = 1,2 \cdot \frac{432}{0,63} = 822,8 \text{ Па.}$$

20. Производительность вентилятора по формуле (19) пособия:

$$L_v = 3600 \cdot \frac{G_{\text{сум}}}{\rho_{\text{сум}}} = 3600 \cdot \frac{3,64}{0,63} = 20800 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

21. Принимаем к установке вентилятор ВР-80-77-10 ДУ с электродвигателем АИР160S8  $N=7,5$  кВт,  $n=730$  об./мин.

### ДЫМОУДАЛЕНИЕ ИЗ ПОДЗЕМНОЙ СТОЯНКИ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Противодымная защита автостоянок должна проектироваться согласно **СНиП 2.04.05-91\***. Удаление дыма необходимо предусматривать непосредственно из помещений для хранения автомобилей через вытяжные шахты с искусственным побуждением тяги; противодымные клапаны устанавливаются на каждом этаже.

Помещения площадью более  $1600 \text{ м}^2$  необходимо разделять на дымовые зоны, учитывая возможность возникновения пожара в одной из них (**СНиП 2.04.05-91\***). Дымоприемные устройства следует размещать равномерно по всему помещению подземной стоянки. Площадь, обслуживаемая одним дымоприемным устройством, не должна превышать  $900 \text{ м}^2$ .

Пожарная опасность стоянки легковых автомобилей отнесена к категории В; средний удельный вес дыма при пожаре принят по **СНиП 2.04.05-91\***  $\gamma = 5 \text{ Н/м}^3$ , температура дыма  $t = 450^\circ\text{С}$ .

Расход дыма рассчитывается согласно **СНиП** по формуле

$$G_{\text{д1}} = 676,8 \cdot P_n \cdot y^{1,5} \cdot K_s$$

где  $P_n$  — периметр очага пожара. Для помещений, оборудованных системой спринклерного пожаротушения,  $P_n=12 \text{ м}$ ;

$y$  — расчетный средний уровень стояния дыма от пола помещения, м, принимаемый 2 м;

$K_s$  — коэффициент для вытяжных систем с искусственным побуждением тяги,  $K_s = 1$ .

$$G_{\text{д1}} = 676,8 \cdot 12 \cdot 2^{1,5} \cdot 1 = 22980 \text{ кг/ч} = 45040 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

При определении потерь давления по массовой скорости,  $\text{кг/см}^2$ , и скоростному давлению, Па, в воздуховодах системы удаления дыма из подземной стоянки необходимо руководствоваться формулами, приведенными в 1-м разделе Рекомендаций по противодымной защите при пожаре МДС 41-1.99.

Предел огнестойкости шахт дымоудаления и клапанов дымоудаления должен быть не менее 1 ч. Каждая шахта должна обслуживаться отдельным вытяжным вентилятором, рассчитанным на работу при температуре  $600^\circ\text{С}$ .

Приточная противодымная вентиляция, создающая подпоры воздуха в тамбурах-шлюзах, шахтах лифтов и лестничных клетках, должна предусматривать подачу воздуха через нормально закрытые противопожарные клапаны с пределом огнестойкости не менее 1 ч. Параметры приточной противодымной вентиляции необходимо рассчитывать, руководствуясь **СНиП 2.04.05-91\*** при скорости воздуха в открытом проеме не менее  $1,3 \text{ м/с}$ .

Лестничные клетки и шахты лифтов автостоянок должны быть обеспечены подпором воздуха на случай пожара:

- при двух подземных этажах и более;
- если лестничные клетки и лифты связывают подземную и надземную части автостоянки;
- если лестничные клетки и лифты (допускается в порядке исключения в частных жилых домах) связывают подземную автостоянку с надземными этажами жилого здания.

Из изолированных рампы при двух этажах и более на автостоянках следует проектировать механические системы дымоудаления.

### МНЕНИЕ АВТОРОВ

ВНИИПО МВД РФ необходимо обнародовать имеющуюся у него методику расчета систем дымоудаления из помещений, в которых непосредственно произошел пожар, по мощности очага пожара. По этой методике производительность систем дымоудаления из помещений значительно ниже, чем величина, определяемая по периметру очага пожара.

## Глава 12. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха

Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха обеспечивает поддержание комфортных климатических условий в помещениях для работы персонала, а также температурного режима и влажности воздуха, необходимых для работы технологического оборудования. Современные надежные системы автоматики позволяют экономить 13—17% тепло- или холодопотребления.

### Общая часть

#### ОПИСАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ

В различных системах вентиляции и кондиционирования воздуха есть идентичные режимы работы систем и их отдельных элементов: режим пуска и остановки системы; регулирование теплопроизводительности воздухонагревателей и воздухоохладителей; система защиты воздухонагревателей первого подогрева от замораживания; выбор режима работы системы для холодного или теплого периода года.

##### Режимы пуска системы

###### *Холодный период*

При пуске системы нажатием кнопки «Пуск» вырабатывается команда «Пуск», полностью открывается регулирующий клапан на трубопроводах обвязки, после чего включается вентилятор и плавно открывается воздушная заслонка.

Затем начинает работать другое оборудование системы: камера увлажнения, воздухонагреватели второго подогрева и т.д.

Если при пуске системы срабатывает защита от замораживания, то вентилятор не включается.

###### *Теплый период*

При пуске системы вентиляции и кондиционирования воздуха нажатием кнопки «Пуск» вырабатывается команда «Пуск», включается вентилятор,

после чего плавно открывается воздушная заслонка и начинает работать другое оборудование системы.

#### РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЕЙ И ХОЛОДОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЕЙ

Заданная температура нагрева (охлаждения) контролируется датчиком температуры, расположенным в приточном воздуховоде или в самом помещении и поддерживается путем открытия или закрытия регулирующего клапана, установленного на трубопроводе теплоносителя или холодоносителя.

При отклонении температуры от заданной величины регулятор температуры, установленный в щите управления или по месту, выдает соответствующую команду на открытие или закрытие регулирующего клапана через контроллер, расположенный в щите. Команда подается в течение всего периода отклонения температуры от заданной величины.

Открытие или закрытие клапана производится последовательностью коротких импульсов, таким образом система регулирования приближается к пропорциональной. При достижении заданной температуры подача команды и управляющих импульсов на клапан прекращается.

#### ЗАЩИТА ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЕЙ ОТ ЗАМОРАЖИВАНИЯ

При низких температурах наружного воздуха (отрицательных и близких к 0 °C) возникает опасность замораживания воздухонагревателей (для кондиционеров это касается воздухонагревателей первого подогрева). При этом температура обратного теплоносителя может опуститься ниже допустимой. Поэтому необходимо обеспечить защиту воздухонагревателей от замораживания, что осуществляется с



помощью двух-трех термостатов. Один термостат 8 (см. схемы автоматизации) устанавливается на месте входа наружного воздуха в кондиционер. Второй термостат 9 устанавливается на трубопроводе обратного теплоносителя, после первого по ходу воздуха воздухонагревателя. Третий термостат 10 (применяется, как правило, в импортных воздухонагревателях) устанавливается на воздухонагревателе первого подогрева со стороны, противоположной ходу воздуха.

Система защиты срабатывает, если температура обратного теплоносителя опускается ниже 20—25 °С при температуре наружного воздуха ниже + 3 °С или если температура воздуха после воздухонагревателя первого подогрева опускается ниже 5 °С.

Защита воздухонагревателей от замораживания в трех режимах работы систем осуществляется следующим образом:

**Режим 1. Режим стоянки вентиляционной системы.** При срабатывании системы защиты от замораживания регулирующий клапан на трубопроводе теплоносителя открывается полностью и остается в этом положении до повышения температуры, измеряемой термостатом (до 25—30 °С).

**Режим 2. Режим пуска вентиляционной системы.** Если в момент пуска системы защита от замораживания сработала, то вентилятор 1 (см. схемы автоматизации) не включается, воздушная заслонка 4 не открывается, а регулирующий клапан на трубопроводе теплоносителя 6 (если он еще не открыт) открывается полностью. Включение вентсистемы осуществляется автоматически, после разблокиров-

ки вентилятора 1 системой защиты воздухонагревателей от замораживания.

**Режим 3. Вентсистема работает.** В этом случае при срабатывании системы защиты от замораживания регулирующий клапан 6 на трубопроводе теплоносителя полностью открывается, а выключение вентилятора задерживается на время, которое устанавливается при наладке системы.

Если в течение времени задержки температура обратного теплоносителя не поднялась до требуемого уровня, вентилятор 1 выключается, воздушная заслонка 4 закрывается, подается аварийный сигнал.

В схемах обвязки воздухонагревателей современных систем В и КВ применяются насосы, обеспечивающие более надежную защиту воздухонагревателя от замораживания. Работа насоса обеспечивает циркуляцию теплоносителя через калорифер по малому кольцу.

Ввиду того что циркуляционные насосы (Grundfos и др.) работают при температуре теплоносителя до 110 °С, они устанавливаются, как правило, на обратном трубопроводе.

В рабочем режиме в холодный период года насос работает постоянно. В режиме стоянки вентсистемы насос работает в системе защиты воздухонагревателей от замораживания при  $t_n < +3$  °С. Для большей надежности работы системы предпочтительна установка двух насосов (один — резервный). Регулирующий клапан может быть установлен двухходовой или трехходовой в зависимости от условий присоединения к источнику теплоснабжения. Если источником теплоснабжения является ТЭЦ, следует устанавливать двухходовой клапан.

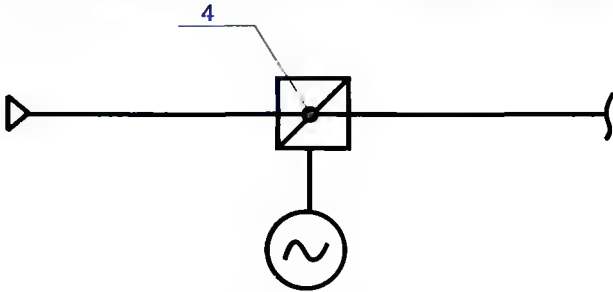
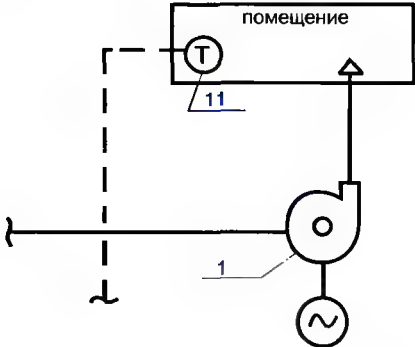
## Перечень основных схем систем автоматизации

Таблица 12.1

| №<br>схемы | Наименование основной схемы                                                                              | Типы модификаций<br>к схеме* | Примечание                                                                |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1          | Приточная вентиляционная камера прямоточная                                                              | а, б, в, г, е, ж, к          |                                                                           |
| 2          | Приточная вентиляционная камера рециркуляционная                                                         | а, б, в, г, е, ж, и          | Рециркуляция может быть как безвентиляторной, так и с помощью вентилятора |
| 3          | Система кондиционирования с адиабатным увлажнением                                                       | а, б, в, г, е, ж, з, и       | Может применяться с рециркуляцией воздуха                                 |
| 4          | Система кондиционирования воздуха прямоточная с поверхностными воздухоохладителями                       | а, б, в, г, е, ж, з, и       | Может применяться с рециркуляцией воздуха                                 |
| 5          | Воздушно-тепловая завеса для входов во встроенно-пристроенные нежилые помещения общественного назначения | б                            | В соответствии со СНиП 2.04.05-91* и МГСН 4.13-97                         |
| 6          | Воздушно-тепловая завеса для ворот дебаркадеров магазинов                                                | б, к                         |                                                                           |
| 7          | Приточная вентиляционная камера прямоточная с парогенератором                                            | а, б, в, г, е, ж             |                                                                           |

\* Модификации схем представлены на стр. 138—142.

Перечень модификаций схем систем автоматизации

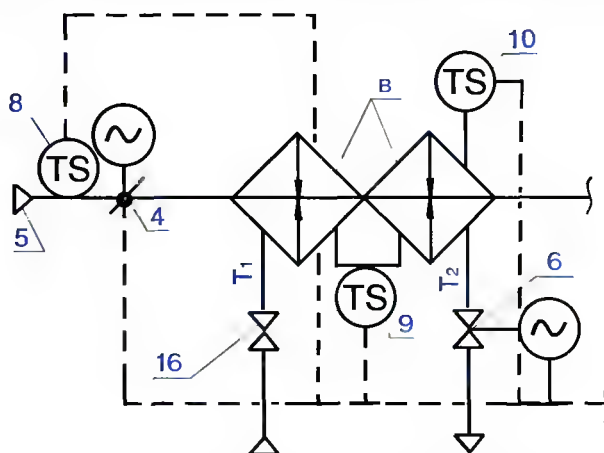
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Индекс модификации       | а                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Наименование модификации | Воздушная заслонка на воздухозаборе с электроподогревом (также может быть установлена на выбросе воздуха)                                                                                                                                                                                                |
|                          |                                                                                                                                                                                                                        |
| Область применения       | В системах В и КВ, обслуживающих помещения с высокой влажностью (например, бассейны), а также при условии установки приточной камеры на последних этажах здания и опасности замерзания лопаток воздушных заслонок. Во всех случаях при расчетной наружной температуре ниже $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| Описание                 | В холодный период года при нажатии кнопки «Пуск» сначала включаются ТЭНы воздушных заслонок и в течение 15—20 мин происходит нагрев их лопаток. После этого осуществляется запуск системы обычным порядком                                                                                               |
| Индекс модификации       | б                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Наименование модификации | Установка датчика регулирования температуры приточного воздуха в обслуживаемом помещении                                                                                                                                                                                                                 |
|                          |                                                                                                                                                                                                                       |
| Область применения       | В системах В и КВ, когда требуется обеспечить заданную температуру воздуха в помещении (при обслуживании системой одного помещения) или возможность регулирования температуры в одном из обслуживаемых помещений                                                                                         |
| Описание                 | Датчик температуры, контролирующей температуру, установлен в помещении                                                                                                                                                                                                                                   |

Индекс модификации

В

Наименование модификации

Установка двух воздушонагревателей В или КВ (первый подогрев последовательно по воздуху и последовательно по теплоносителю)



Область применения

В системах В, КВ и воздушного отопления при установке двух секций воздушонагревателей в соответствии с расчетом

Описание

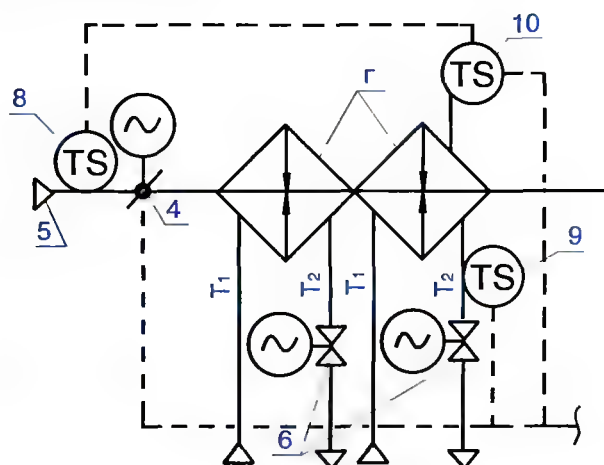
Теплоноситель подается в первый по ходу воздуха воздушонагреватель. Термостат защиты от замерзания 9 размещается после первого по ходу воздуха нагревателя

Индекс модификации

Г

Наименование модификации

Установка секций воздушонагревателей (для кондиционеров первого подогрева) последовательно по ходу воздуха и параллельно по ходу теплоносителя



Область применения

В системах В и КВ для обеспечения требуемой поверхности нагрева при оптимальной массовой скорости во фронтальном сечении и применении базовых теплообменников

Описание

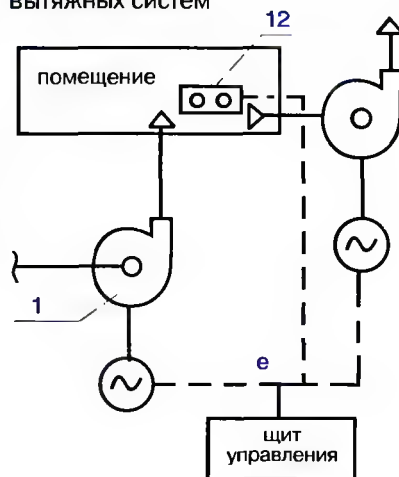
Регулирующие клапаны устанавливаются на обратном трубопроводе каждого воздушонагревателя.

Индекс модификации

Наименование модификации

е

Блокировка пуска приточной системы с пуском одной или нескольких вытяжных систем



Область применения

Системы приточно-вытяжной механической вентиляции и кондиционирования воздуха. В холодное время года блокировка должна быть задействована постоянно; в теплый период в некоторых случаях она может быть отключена

Описание

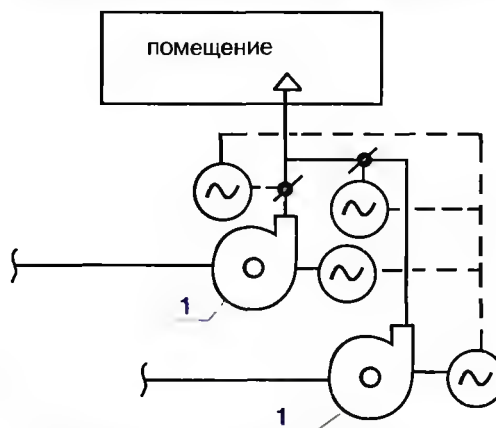
Одновременно с включением приточной системы включаются одна или несколько вытяжных систем, обслуживающих те же помещения

Индекс модификации

Наименование модификации

Ж

Резервирование приточных вентиляторов



Область применения

В случаях, когда резервирование требуется по нормам, например, при использовании систем вентиляции (кондиционирования) для воздушного отопления помещений (если нет штатного водяного отопления), для вентиляции помещений категорий А и Б.

Описание

При выходе из строя одного вентилятора автоматически включается резервный и открывается соответствующая воздушная заслонка (заслонки могут быть заменены обратными клапанами)

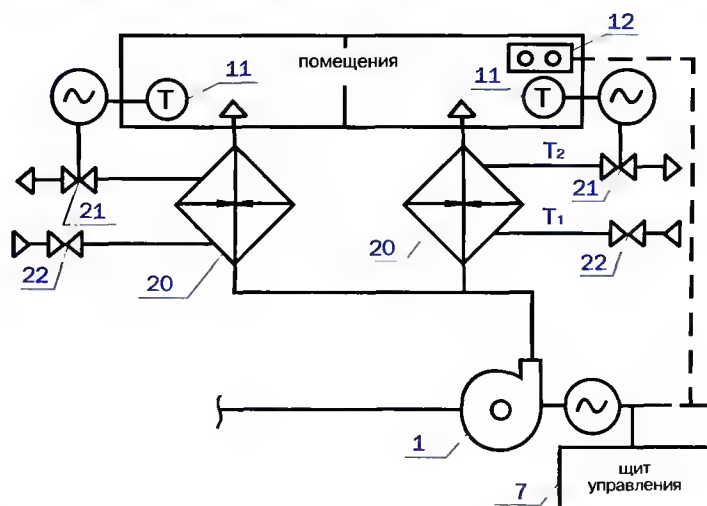


Индекс модификации

З

Наименование модификации

Осуществление второго подогрева в зональных воздушонагревателях



Область применения

В системах КВ со вторым подогревом при разных температурных режимах в помещениях или группах помещений

Описание

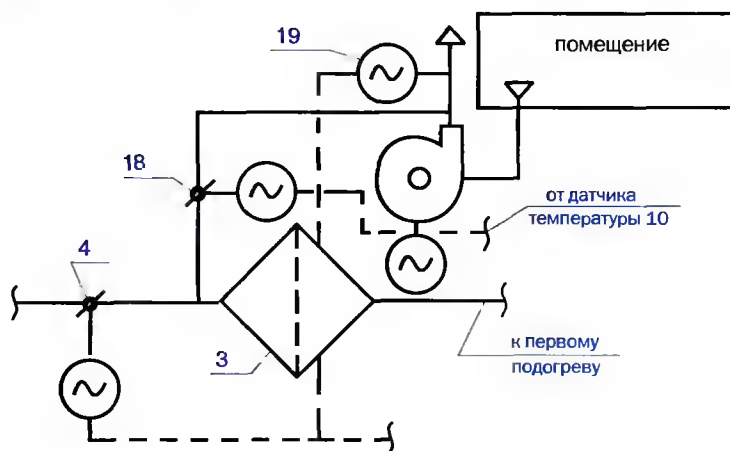
Установлены несколько зональных подогревателей, обслуживающих отдельные помещения или группы помещений с разными температурными режимами. Регулирование каждой зоны осуществляется самостоятельно

Индекс модификации

И

Наименование модификации

Рециркуляция воздуха с помощью вентилятора



Область применения

В системах В и КВ с рециркуляцией, когда ее невозможно осуществить под действием разряжения, создаваемого приточным вентилятором

Описание

В режиме переменной рециркуляции воздушными заслонками 4 и 18, работающими в заблокированном режиме, обеспечивается регулирование процентного соотношения рециркуляции

|                          |                                                                                                                                                                        |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Индекс модификации       | К                                                                                                                                                                      |
| Наименование модификации | Пуск системы по датчику температуры в помещении                                                                                                                        |
|                          |                                                                                                                                                                        |
| Область применения       | В помещениях общественного и производственного назначения, в которых необходимо подачей приточного воздуха поддерживать заданную температуру, ассимилируя теплоизбытки |
| Описание                 | По датчику температуры, установленному в помещении, при отклонении температуры внутреннего воздуха от заданной осуществляется пуск системы                             |

## Схемы автоматизации систем вентиляции и кондиционирования воздуха

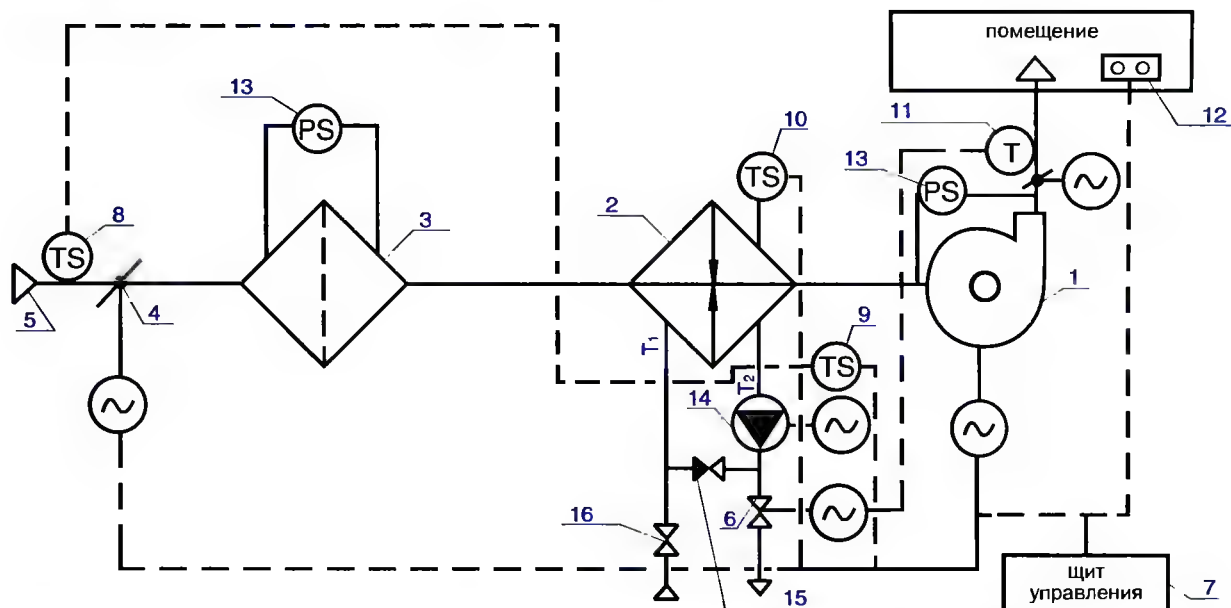
Схема 1

### БАЗОВАЯ И С МОДИФИКАЦИЯМИ

### Приточная вентиляционная камера прямооточная

Область применения: общественные помещения, стоянки автомобилей (встроенные и встроенно-пристроенные в жилое здание).

Схема 1 базовая



Приточная вентиляционная камера прямооточная с постоянной температурой приточного воздуха:

1 — вентилятор; 2 — воздухонагреватель; 3 — фильтр; 4 — воздушная заслонка; 5 — воздухозаборная решетка; 6 — регулирующий клапан; 7 — щит управления; 8, 9 и 10 — термостаты защиты воздухонагревателя от замораживания; 11 — датчик температуры приточного воздуха; 12 — кнопка дистанционного пуска; 13 — датчики перепада давления; 14 — насос; 15 — обратный клапан; 16 — шаровой кран

Базовая схема 1 может иметь модификации: а, б, в, г, е, ж, к.

### Описание работы схемы

Наружный воздух подается через воздухозаборную жалюзийную решетку 5, очищается в фильтре 3, нагревается в воздухонагревателе 2 (в холодный период года) и вентилятором 1 подается в обслуживаемое помещение.

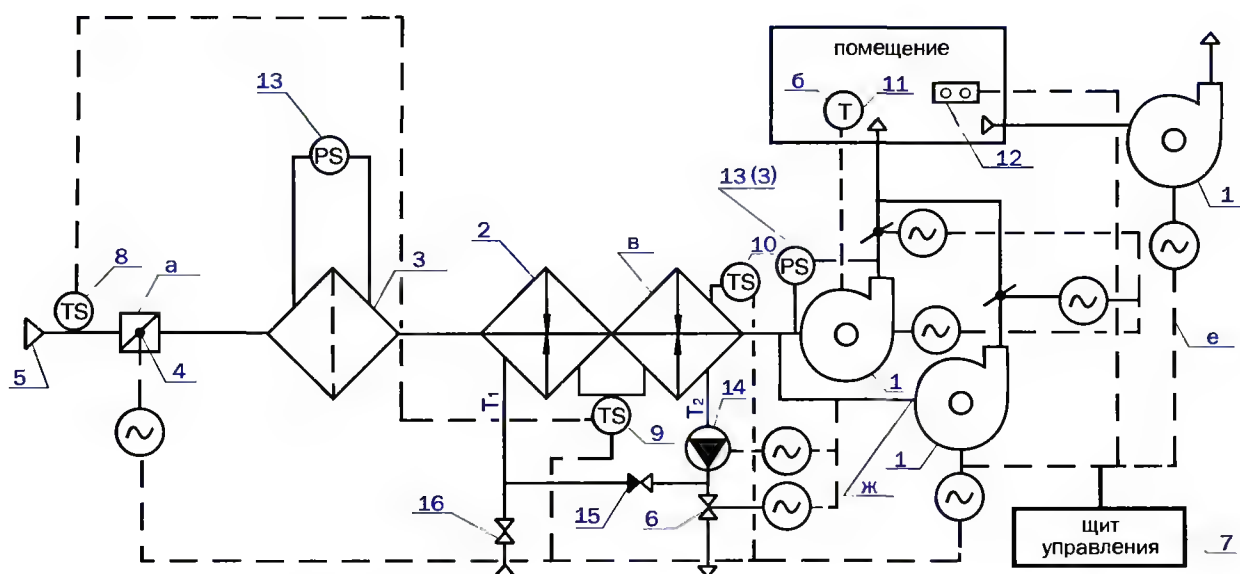
Регулирующий клапан 6 пропускает через воздухонагреватели количество теплоносителя, необходи-

мое для нагрева воздуха до заданной температуры согласно температурному графику отпуска теплоты. Эта температура контролируется датчиком температуры 11 и поддерживается постоянной в процессе работы воздухонагревателей. Термостаты TS 8, 9 и 10 управляют работой системы защиты воздухонагревателей от замораживания.

Пуск системы производится от щита управления или кнопкой пуска 12 из помещения.

- Примечания:
1. Описание режимов пуска и остановки системы, регулирования теплопроизводительности воздухонагревателей, работы схемы защиты воздухонагревателей от замораживания см.: "Общая часть", с. 136;
  2. Описание модификаций схем см.: с. 138;
  3. Узлы обвязки трубопроводами воздухонагревателей см.: "Узел трубопроводной обвязки воздухонагревателей первого подогрева", с. 155.

Схема 1 с модификациями



- Примечания:
1. Модификации, не показанные на схеме:  
 $\Gamma$  — установка секций воздухонагревателя параллельно по ходу теплоносителя (возможна при воздушном отоплении, совмещенном с вентиляцией);  
 $\kappa$  — пуск системы по датчику  $T$  температуры обслуживаемого помещения;
  2. Термостат 9 может быть установлен на обратном трубопроводе, после второго по ходу воздуха воздухонагревателя (с учетом постоянной насосной циркуляции теплоносителя);
  3. 13(3) — цифра (3) означает, что датчик 13 перепада давления устанавливается у каждого вентилятора.

Схема 1 наиболее часто применяется на практике ввиду своей относительной простоты и дешевизны.

В теплый период года применение схемы 1 с дополнительно установленной сплит-системой (при необходимом технико-экономическом обосновании) позволяет задавать производительность систе-

мы, отвечающую санитарной норме подачи свежего воздуха на одного человека.

В холодный период года, при температуре наружного воздуха до  $-10^{\circ}\text{C}$ , такое решение обеспечивает экономию тепла на нагрев наружного воздуха за счет использования тепла, выделяемого при работе теплового насоса сплит-системы.

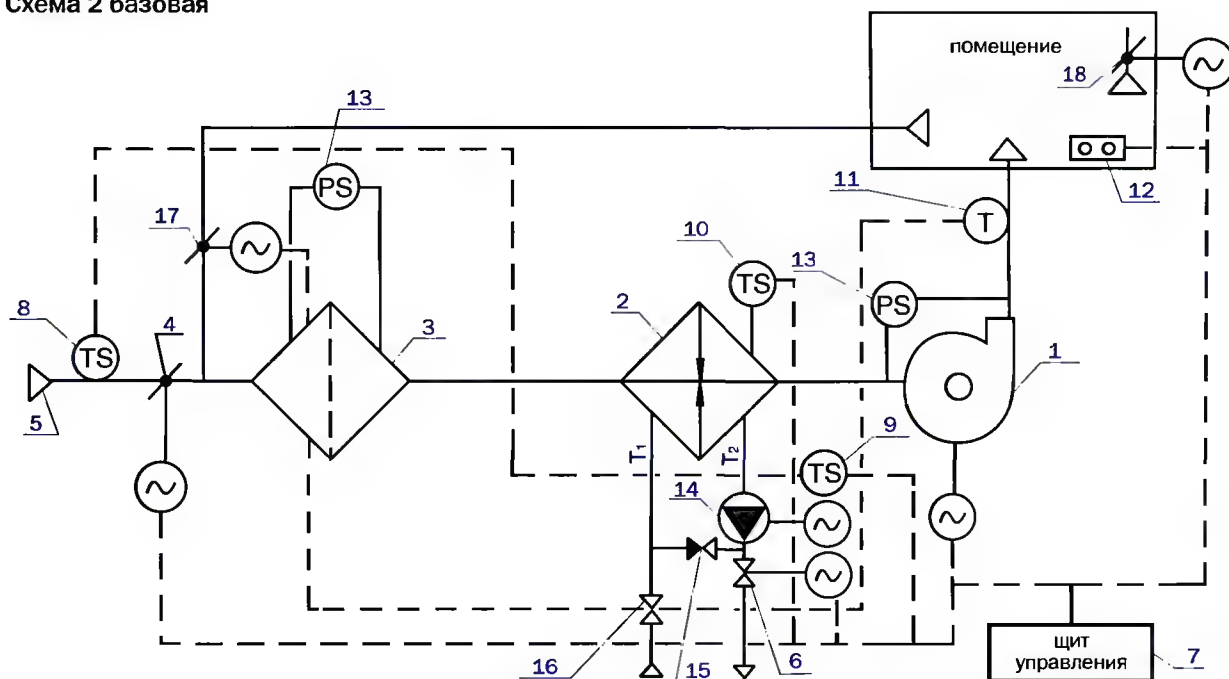


## Схема 2 БАЗОВАЯ И С МОДИФИКАЦИЯМИ

### Приточная вентиляционная камера с рециркуляцией

Область применения: помещения общественного назначения (встроенно-пристроенные в жилое здание) при нормативной и конструктивной возможности применения рециркуляции.

Схема 2 базовая



Приточная вентиляционная камера рециркуляционная с постоянной температурой приточного воздуха:

1 — вентилятор; 2 — воздухонагреватель; 3 — фильтр; 4 — воздушная заслонка; 5 — воздухозаборная решетка; 6 — регулирующий клапан; 7 — щит управления; 8, 9 и 10 — термостаты защиты воздухонагревателя от замораживания; 11 — датчик температуры приточного воздуха; 12 — кнопка дистанционного пуска; 13 — датчики перепада давления; 14 — насос; 15 — обратный клапан; 16 — шаровый кран; 17 — воздушная заслонка на рециркуляционном воздухе регулирующая; 18 — воздушная заслонка на вытяжном воздухе.

Базовая схема 2 может иметь модификации: а, б, в, г, е, ж, к.

### Описание работы схемы

Регулируемая безвентиляторная рециркуляция осуществляется под действием разрежения, создаваемого вентилятором приточной системы.

Наружный воздух забирается через воздухозаборную жалюзийную решетку 5, смешивается с внутренним воздухом, количество которого регулируется совместной работой воздушных заслонок 17 и 18, очищается в фильтре 3, при необходимости нагревается в воздухонагревателе 2 и вентилятором 1 подается в обслуживаемое помещение.

Регулирующий клапан 6 пропускает к воздухо-

нагревателю необходимое количество теплоносителя, которое устанавливается по сигналам датчика температуры 11. Термостаты 8, 9 и 10 управляют работой системы защиты воздухонагревателей от замораживания. При выключении вентилятора воздушная заслонка 4 закрывается.

Регулирование температуры приточного воздуха осуществляется следующим образом.

1. В холодный период года при расчетной температуре наружного воздуха обеспечивается максимальная рециркуляция. Внутренний воздух подается через заслонку 17 в количестве, соответствующем санитарной норме. Рабочее положение воздушной

заслонки определяется и фиксируется при наладке системы.

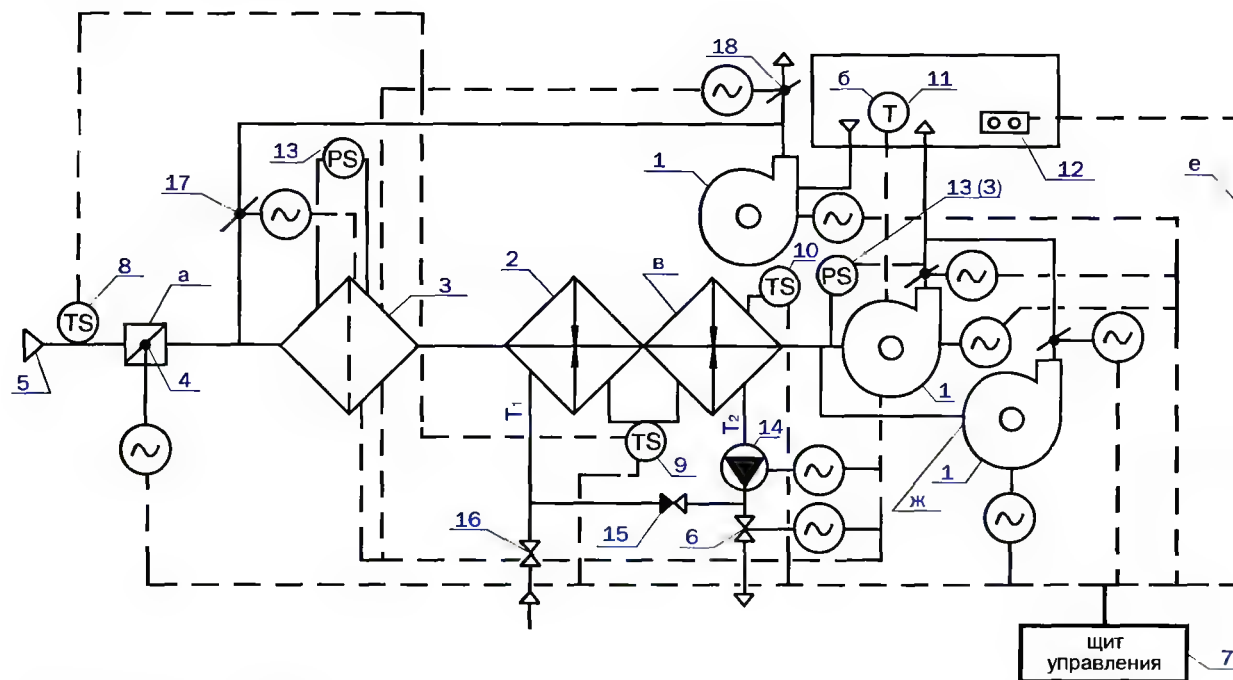
2. Если температура смеси ниже требуемой температуры притока, осуществляется нагрев воздуха в воздухонагревателе.

3. В зависимости от температуры наружного воздуха соотношение расходов наружного и рециркуляционного воздуха регулируется воздушными заслонками 4, 17 и 18 по сигналам, которые вырабатывает датчик температуры 11.

Примечания:

1. Описание режимов пуска и остановки системы, регулирования теплопроизводительности воздухонагревателей, работы схемы защиты воздухонагревателей от замораживания см.: "Общая часть", с. 136;
2. Описание модификаций схем см.: с. 138;
3. Узлы обвязки трубопроводами воздухонагревателей см.: "Узел трубопроводной обвязки воздухонагревателей первого подогрева", с. 155.

### Схема 2 с модификациями



Примечания:

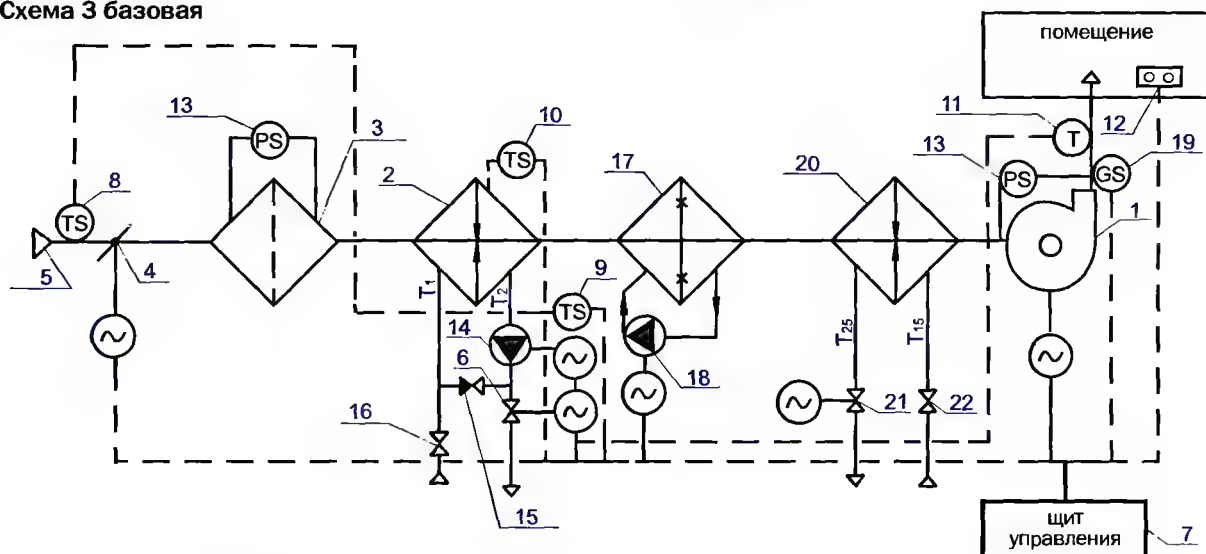
1. Модификации, не показанные на схеме:
  - $r$  — установка секций воздушонагревателя параллельно по ходу теплоносителя;
  - $k$  — пуск системы по датчику  $T$  температуры обслуживаемого помещения;
2. Термостат 9 может быть установлен на обратном трубопроводе, после второго по ходу воздуха воздушонагревателя (с учетом постоянной насосной циркуляции теплоносителя);
3. 13(3) — цифра (3) означает, что датчик 13 перепада давления устанавливается у каждого вентилятора.

Схема 3  
БАЗОВАЯ  
И С МОДИФИКАЦИЯМИ

### Система кондиционирования с адиабатным увлажнением

Область применения: общественные помещения (встроенно-пристроенные в жилое здание), в которых нормируется увлажнение воздуха в холодный период года. В теплый период года для уменьшения расхода воздуха данная схема может применяться с рециркуляцией.

Схема 3 базовая



Система кондиционирования воздуха прямоточная, с одной секцией воздухонагревателя, камерой орошения и секцией воздухонагревателя второго подогрева:

1 — вентилятор; 2 — воздухонагреватель; 3 — фильтр; 4 — воздушная заслонка; 5 — воздухозаборная решетка; 6 — регулирующий клапан; 7 — щит управления; 8, 9 и 10 — термостаты защиты воздухонагревателя от замораживания; 11 — датчик температуры приточного воздуха; 12 — кнопка дистанционного пуска системы; 13 — датчики перепада давления; 14 — насос; 15 — обратный клапан; 16 — шаровый кран; 17 — оросительная камера; 18 — насос, 19 — датчик влажности (гидростат, гигрометр); 20 — воздухонагреватель второго подогрева; 21 — регулирующий клапан на теплоносителе второго подогрева; 22 — шаровый кран на теплоносителе второго подогрева

Базовая схема 3 может иметь модификации: а, б, в, г, е, ж, з, к.

### Описание работы схемы

Наружный воздух забирается через воздухозаборную решетку 5 и очищается в фильтре 3.

В холодный период года воздух нагревается в воздухонагревателе первого подогрева 2, адиабатно увлажняется в оросительной камере 17 (насос 18 работает в режиме циркуляции), нагревается в воздухонагревателе второго подогрева 20 и вентилятором 1 подается в обслуживаемое помещение.

Управление подачей теплоносителя согласно заданным параметрам производится через регулирующие клапаны 6 и 21.

Одновременно термостаты 8, 9 и 10 при постоян-

ной насосной циркуляции теплоносителя управляют работой системы защиты воздухонагревателя первого подогрева от замораживания.

В теплый период года данная схема может работать в двух режимах: с адиабатным увлажнением (в районах с низкой относительной влажностью наружного воздуха) и без него (камера орошения 17 и насос 18 отключены).

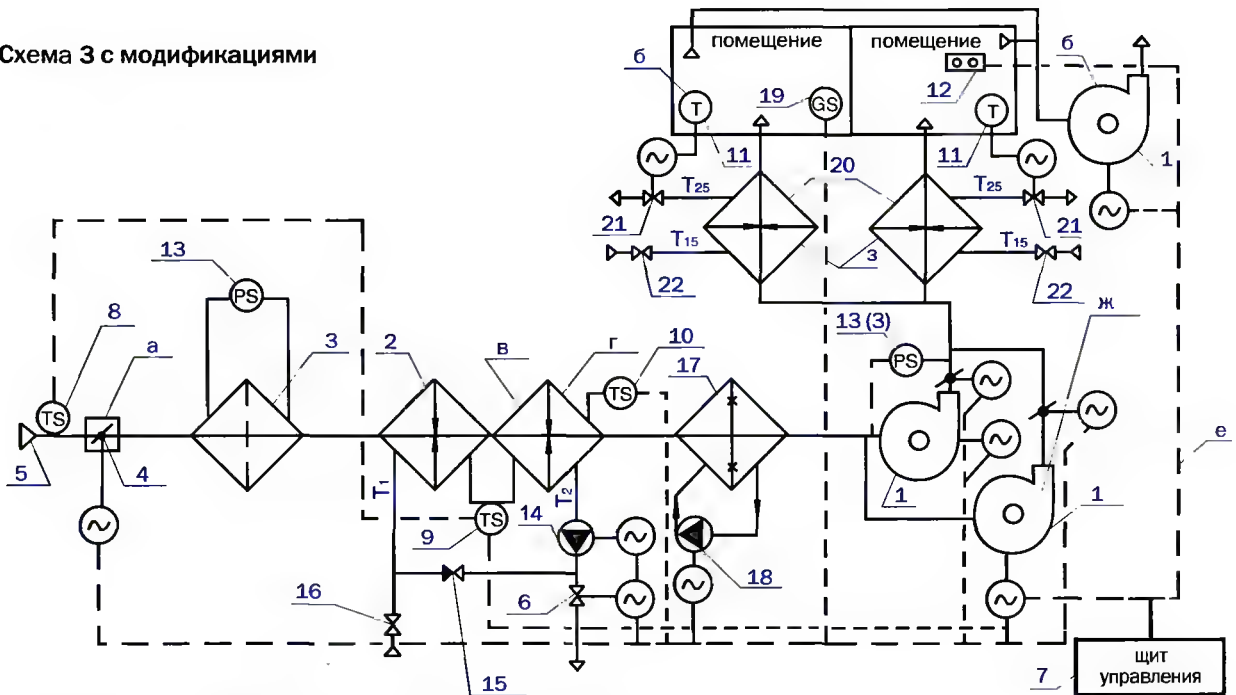
В режиме работы с адиабатным увлажнением расчетная производительность системы снижается.

Пуск системы производится автоматически от щита управления 7 или кнопкой 12 из помещения. При пуске системы заслонка 4 полностью открывается.

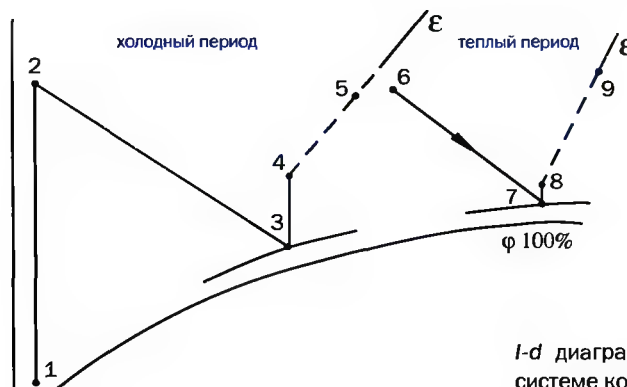
При выключении вентилятора воздушная заслонка 4 закрывается.

- Примечания:
1. Описание режимов пуска и остановки системы, регулирования теплопроизводительности воздухонагревателей, работы схемы защиты воздухонагревателей от замораживания см.: “Общая часть”, с. 136;
  2. Описание модификаций схем см.: с. 138;
  3. Узлы обвязки трубопроводами воздухонагревателей см.: “Узел трубопроводной обвязки воздухонагревателей первого подогрева”, с. 155.

Схема 3 с модификациями



- Примечания:
1. Модификации, не показанные на схеме:  
 $\Gamma$  — установка секций воздухонагревателя параллельно по ходу теплоносителя;  
 $\kappa$  — пуск системы по датчику  $T$  температуры обслуживаемого помещения и рециркуляция внутреннего воздуха с помощью вентилятора;
  2. Термостат 9 может быть установлен на обратном трубопроводе после второго по ходу воздуха воздухонагревателя (с учетом постоянной насосной циркуляции теплоносителя);
  3. 13(3) — цифра (3) означает, что датчик 13 перепада давления устанавливается у каждого вентилятора;
  4. Схема 3 может применяться с рециркуляцией внутреннего воздуха без помощи вентилятора по аналогии со схемой 2.



*I-d* диаграмма процессов обработки воздуха в системе кондиционирования



*Процессы обработки воздуха в холодный период года:*

- 1—2 — нагрев воздуха в воздухонагревателях первого подогрева;
- 2—3 — увлажнение воздуха в оросительной камере;
- 3—4 — нагрев воздуха в воздухонагревателях второго подогрева и в вентиляторе;
- 4—5 — изменение параметров воздуха в помещении.

*Процессы обработки воздуха в теплый период года (в теплый период года использование адиабатного процесса иногда требуется для снижения температуры приточного воздуха):*

- 6—7 — увлажнение воздуха в оросительной камере;
- 7—8 — нагрев воздуха в вентиляторе;
- 8—9 — изменение параметров воздуха в помещении.

*Процессы обработки воздуха в l-d диаграмме:*

*холодный период года*

- т. 1 — параметры наружного воздуха;
- т. 2 — параметры воздуха после воздухонагревателей первого подогрева;
- т. 3 — параметры воздуха после оросительной камеры;
- т. 4 — параметры приточного воздуха;
- т. 5 — параметры воздуха в помещении;

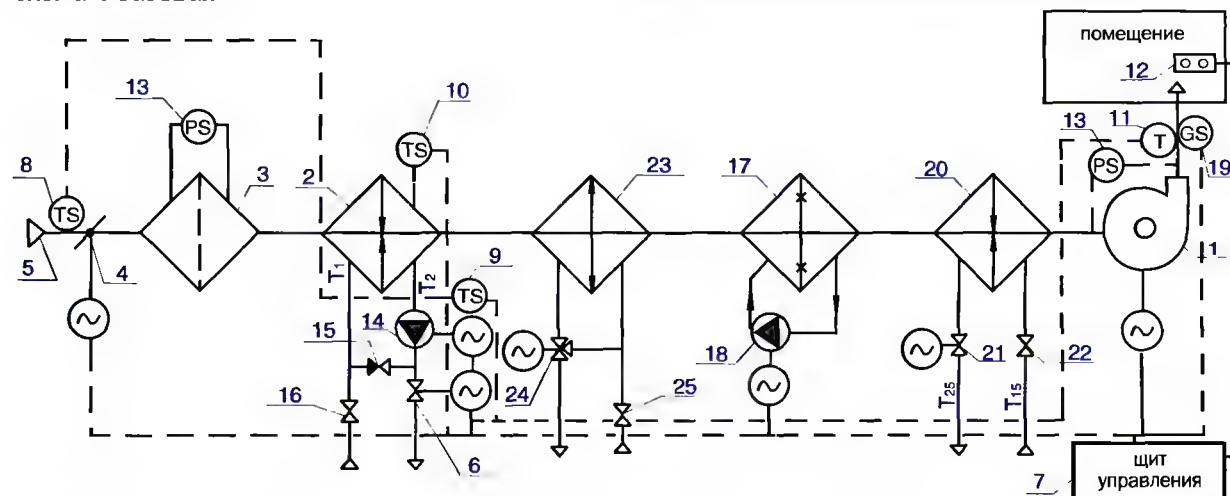
*теплый период года*

- т. 6 — параметры наружного воздуха;
- т. 7 — параметры воздуха после камеры увлажнения;
- т. 8 — параметры приточного воздуха;
- т. 9 — параметры воздуха в помещении.

Схема 4

#### БАЗОВАЯ И С МОДИФИКАЦИЯМИ

Схема 4 базовая



Система кондиционирования воздуха прямоточная с поверхностным воздухоохладителем:

1 — вентилятор; 2 — воздухонагреватель первого подогрева; 3 — фильтр; 4 — воздушная заслонка; 5 — воздухозаборная решетка; 6 — регулирующий клапан на трубопроводах теплоснабжения воздухонагревателя первого подогрева; 7 — щит управления; 8, 9 и 10 — термостаты защиты воздухонагревателя от замораживания; 11 — датчик температуры приточного воздуха; 12 — кнопка пуска системы; 13 — датчики перепада давления; 14 — насос; 15 — обратный клапан; 16 — шаровый кран; 17 — оросительная камера; 18 — насос; 19 — датчик влажности (гигрометр, гидроуст); 20 — воздухонагреватель второго подогрева; 21 — регулирующий клапан на трубопроводах теплоснабжения воздухонагревателей второго подогрева; 22 — шаровый кран на теплоносителе второго подогрева; 23 — воздухоохладитель; 24 — регулирующий клапан на трубопроводах холодно-снабжения воздухоохладителя; 25 — шаровый кран на трубопроводах холодноснабжения воздухоохладителя

Базовая схема 4 может иметь модификации: а, б, в, г, е, ж, з, и, к.

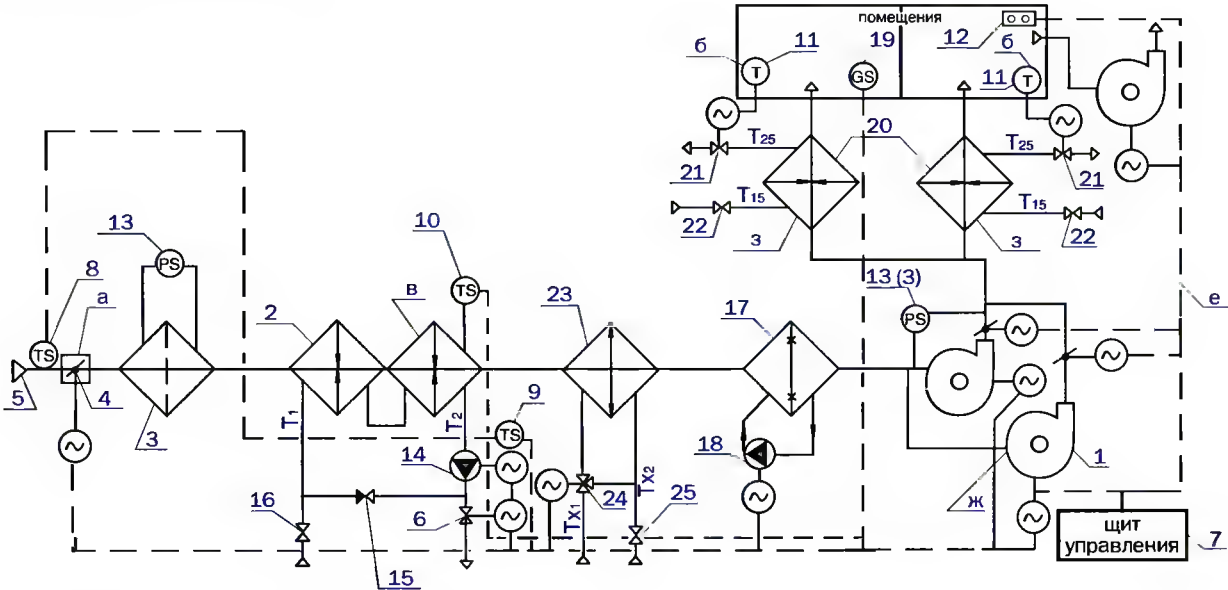
Описание работы схемы

Наружный воздух забирается через воздухозаборную жалюзийную решетку 5 и очищается в фильтре 3. В холодный период года воздух нагревается в воздухонагревателе первого подогрева 2, адиабатно увлажняется в оросительной камере 17 (насос 18 работает в режиме циркуляции), нагревается в воздухонагревателе второго подогрева 20 и вентилятором 1 подается в обслуживаемое помещение.

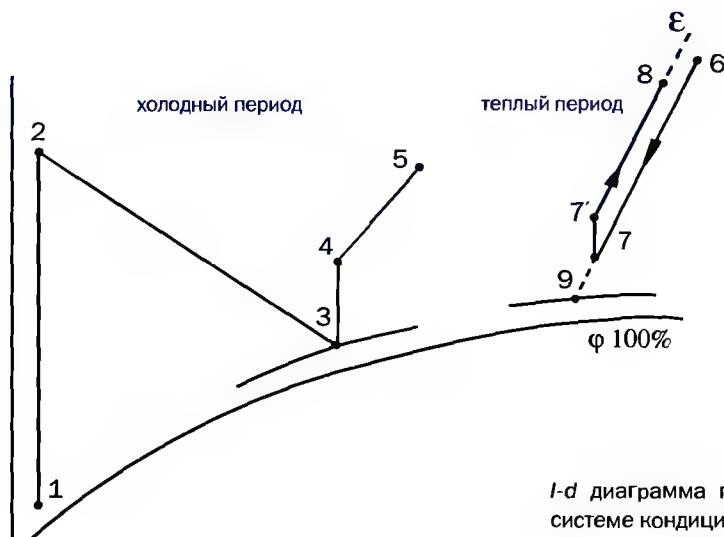
Регулирующими клапанами 6 и 21 осуществляется количественное регулирование подачи теплоносителя согласно установкам термостата 10 и сигналам датчика температуры 11. В холодный период года работают: первый подогрев, оросительная камера, второй подогрев. В теплый период года оросительная камера не работает, а работает только воздухоохладитель. Пуск системы производится автоматически от щита управления или кнопкой 12 из помещения.

- Примечания:
- 1. Описание режимов пуска и остановки системы, регулирования теплопроизводительности воздухонагревателей, работы схемы защиты воздухонагревателей от замораживания см.: “Общая часть”, с. 136;
  - 2. Описание модификаций схем см.: с. 138;
  - 3. Узлы обвязки трубопроводами воздухонагревателей см.: “Узел трубопроводной обвязки воздухонагревателей первого подогрева”, с. 155.

Схема 4 с модификациями



- Примечания:
- 1. Модификации, не показанные на схеме:
    - г — установка секций воздухонагревателя параллельно по ходу теплоносителя;
    - к — пуск системы по датчику  $T$  температуры обслуживаемого помещения и рециркуляция внутреннего воздуха с помощью вентилятора;
    - и — рециркуляция внутреннего воздуха с помощью вентилятора;
  - 2. Термостат 9 может быть установлен на обратном трубопроводе, после второго по ходу воздуха воздухонагревателя (с учетом постоянной насосной циркуляции теплоносителя);
  - 3. 13(3) — цифра (3) означает, что датчик 13 перепада давления устанавливается у каждого вентилятора;
  - 4. Схема 4 может применяться с рециркуляцией внутреннего воздуха без помощи вентилятора по аналогии со схемой 2.



*I-d* диаграмма процессов обработки воздуха в системе кондиционирования

*Процессы обработки воздуха в холодный период года:*

- 1—2 — нагрев воздуха в воздухонагревателях первого подогрева;
- 2—3 — увлажнение воздуха в оросительной камере;
- 3—4 — нагрев воздуха в воздухонагревателе второго подогрева и в вентиляторе;
- 4—5 — изменение параметров воздуха в помещении.

*Процессы обработки воздуха в теплый период года:*

- 6—7 — охлаждение воздуха в воздухоохладителе;
- 7—7' — нагрев воздуха в вентиляторе;
- 7'—8 — изменение параметров воздуха в помещении.

*Процессы обработки воздуха в I-d диаграмме:*

*холодный период года:*

- т. 1 — параметры наружного воздуха;
- т. 2 — параметры воздуха после воздухонагревателей первого подогрева;
- т. 3 — параметры воздуха после оросительной камеры;
- т. 4 — параметры приточного воздуха;
- т. 5 — параметры воздуха в помещении;

*теплый период года:*

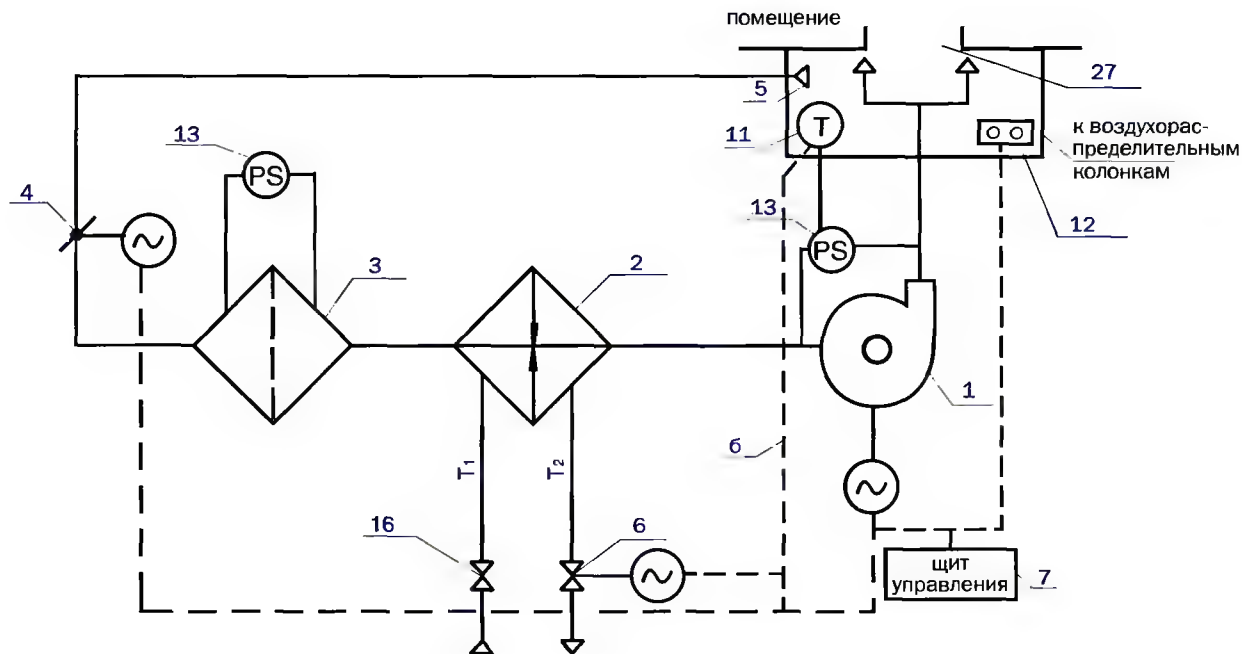
- т. 6 — параметры наружного воздуха;
- т. 7 — параметры воздуха после воздухоохладителя;
- т. 7' — параметры приточного воздуха;
- т. 8 — параметры воздуха в помещении;
- т. 9 — средняя логарифмическая температура поверхности воздухоохладителя.

Схема 5

ПРИМЕНЯЕТСЯ  
С МОДИФИКАЦИЕЙ 6

### Воздушно-тепловая завеса для входов в общественные помещения

Область применения: у входов в вестибюли общественных помещений и входов в магазины, аптеки



Воздушно-тепловая завеса для входов в общественные помещения:

1 — вентилятор; 2 — воздухонагреватель; 3 — фильтр; 4 — воздушная заслонка на рециркуляционном воздуховоде; 5 — воздухозаборная решетка; 6 — регулирующий клапан на теплоносителе; 7 — щит управления; 11 — датчик температуры воздуха; 12 — кнопка дистанционного пуска; 13 — датчики перепада давления; 16 — шаровой кран; 27 — входная дверь

### Описание работы схемы

Внутренний воздух забирается из помещения, очищается в фильтре 3, нагревается в воздухонагревателе 2 и вентилятором 1 подается к воздухораспределительным колонкам. Включение вентилятора может быть осуществлено автоматически со щита управления 7 или кнопкой дистанционного пуска 12. Одновременно с включением вентилятора откры-

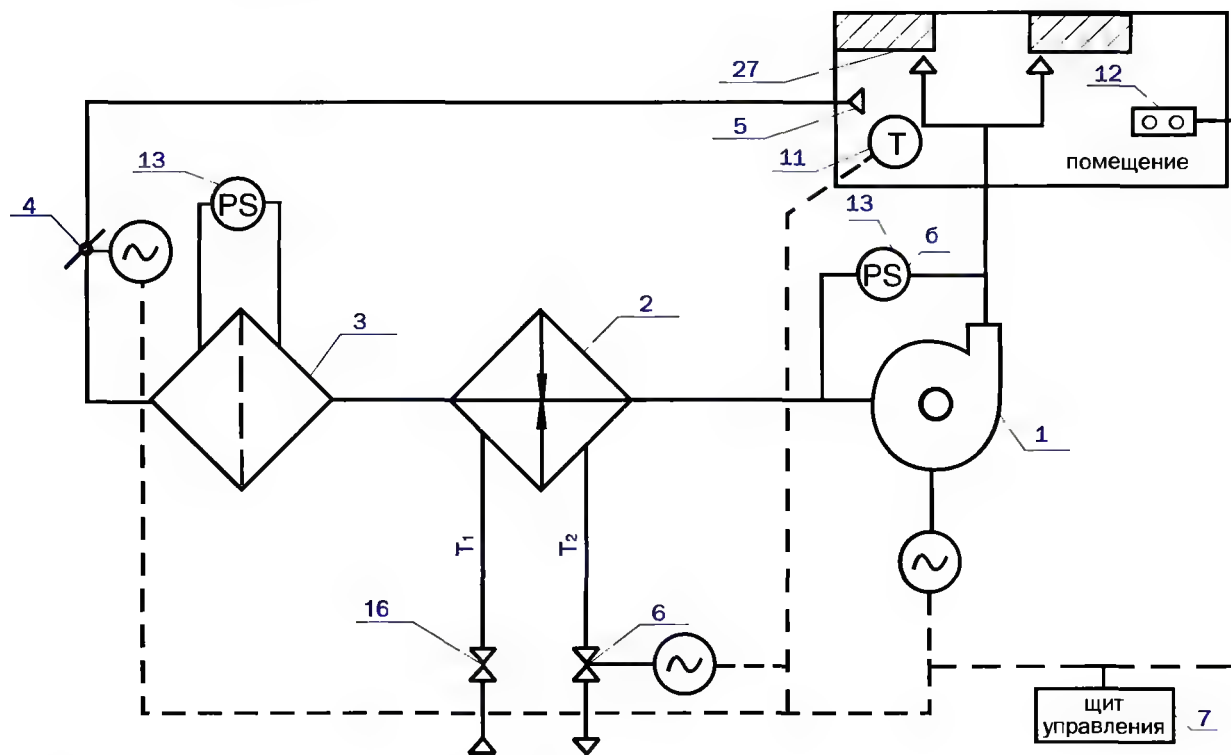
вается заслонка 4. Заслонка служит для предотвращения перетоков воздуха из вестибюля в помещение при неработающем вентиляторе. По сигналам датчика температуры 11 производится включение, отключение завесы и управление клапаном 6, который регулирует подачу теплоносителя в воздухонагреватель и тем самым поддерживает установленную температуру воздуха завесы.



Схема 6

ПРИМЕНЯЕТСЯ

С МОДИФИКАЦИЯМИ б, к

Воздушно-тепловая завеса для ворот  
дебаркадеров магазинов

Воздушно-тепловая завеса для ворот дебаркадеров:

1 — вентилятор; 2 — воздухонагреватель; 3 — фильтр; 4 — воздушная заслонка на рециркуляционном воздуховоде; 5 — воздухозаборная решетка; 6 — регулирующий клапан на теплоносителе; 7 — щит управления; 11 — датчик температуры воздуха помещения; 12 — кнопка дистанционного пуска системы; 13 — датчики перепада давления; 27 — ворота

### Описание работы схемы

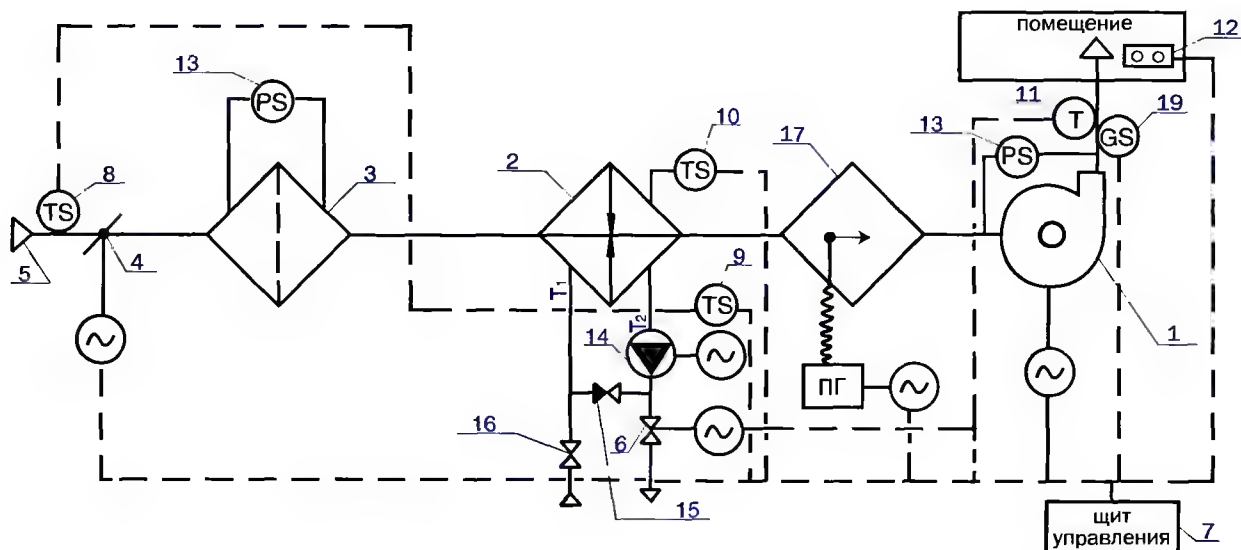
Внутренний воздух забирается из помещения, очищается в фильтре 3, нагревается в воздухонагревателе 2 и вентилятором 1 подается к воздухораспределительным колонкам. Одновременно с включением вентилятора открывается заслонка 4. Заслонка служит для предотвращения перетоков воздуха из помещения к дебаркадеру при неработающем вентиляторе. По сигналам датчика температуры 11 производится включение, отключение вентилятора и управление клапаном 6, который регулирует подачу теплоносителя в воздухонагреватель и тем самым

поддерживает установленную температуру воздуха завесы. Предусмотрены следующие режимы включения и выключения вентилятора:

- если дебаркадер отапливаемый, включение вентилятора может производиться автоматически, со щита управления 7 или пусковой дистанционной кнопкой 12, установленной у ворот. Выключение — автоматическое по сигналу датчика 11 температуры воздуха в помещении;
- если дебаркадер неотапливаемый, включение и выключение вентилятора производится автоматически, по сигналам датчика 11 температуры воздуха в помещении.

Схема 7

### Приточная вентиляционная камера прямоточная с парогенератором



Приточная вентиляционная камера прямоточная с парогенератором:

1 — вентилятор; 2 — воздушнонагреватель; 3 — фильтр; 4 — воздушная заслонка; 5 — воздухозаборная решетка; 6 — регулирующийся клапан; 7 — щит управления; 8, 9 и 10 — термостаты защиты воздушнонагревателя от замораживания; 11 — датчик температуры приточного воздуха; 12 — кнопка дистанционного пуска системы; 13 — датчики перепада давления; 14 — насос; 15 — обратный клапан; 16 — шаровый кран; 17 — секция увлажнения с парогенератором; 19 — гидростат

#### Описание работы схемы

Наружный воздух через воздушную заслонку 4 подается в кондиционер, где проходит следующую обработку: в фильтре 3 очищается от пыли, в воздушнонагревателе 2 нагревается до температуры приточного воздуха (см. *I-d* диаграмму), далее увлажняется при  $t^\circ \approx \text{const}$  парогенератором 17 до значения т. 3. диаграммы и подается в помещение, где в результате ассимиляции тепла и влагоизбытков приобретает значение т. 4 диаграммы.

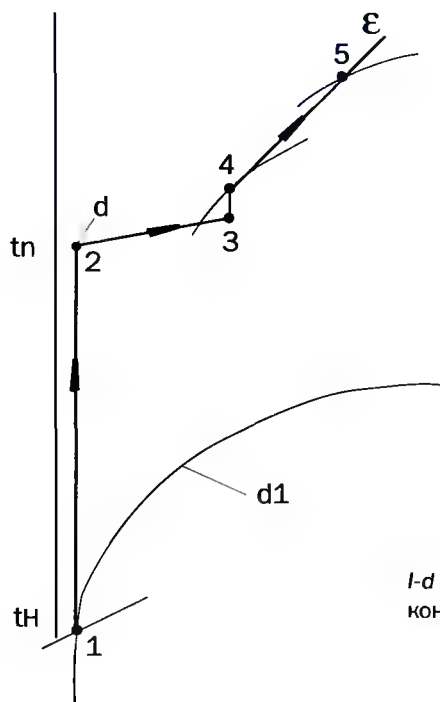
Регулирование относительной влажности воздуха в помещении обеспечивается за счет работы парогенератора 17, распределительные трубы которого могут устанавливаться как в самом кондиционере, так и в

приточном воздуховоде. Изменение влагосодержания приточного воздуха производится по сигналам датчика влажности (гидростата) 19, расположенного в приточном воздуховоде или в помещении.

При отклонении относительной влажности воздуха в помещении от заданного уровня гидростат выдает сигнал на щит управления 7, с которого производится включение или отключение парогенератора, что вызывает соответственно, повышение или снижение влажности воздуха, поступающего в помещение.

Регулирование температуры приточного воздуха выполняется по сигналам датчика 11.

Схема 7 может применяться с теми же модификациями, что и схема 1.



*I-d* диаграмма процесса обработки приточного воздуха в кондиционере с парогенератором (холодный период года)

Процессы обработки воздуха в холодный период года:

- 1—2 — нагрев воздуха в воздухонагревателе;
- 2—3 — увлажнение воздуха в парогенераторе;
- 3—4 — нагрев воздуха в вентиляторе;
- 4—5 — изменение параметров воздуха в помещении.

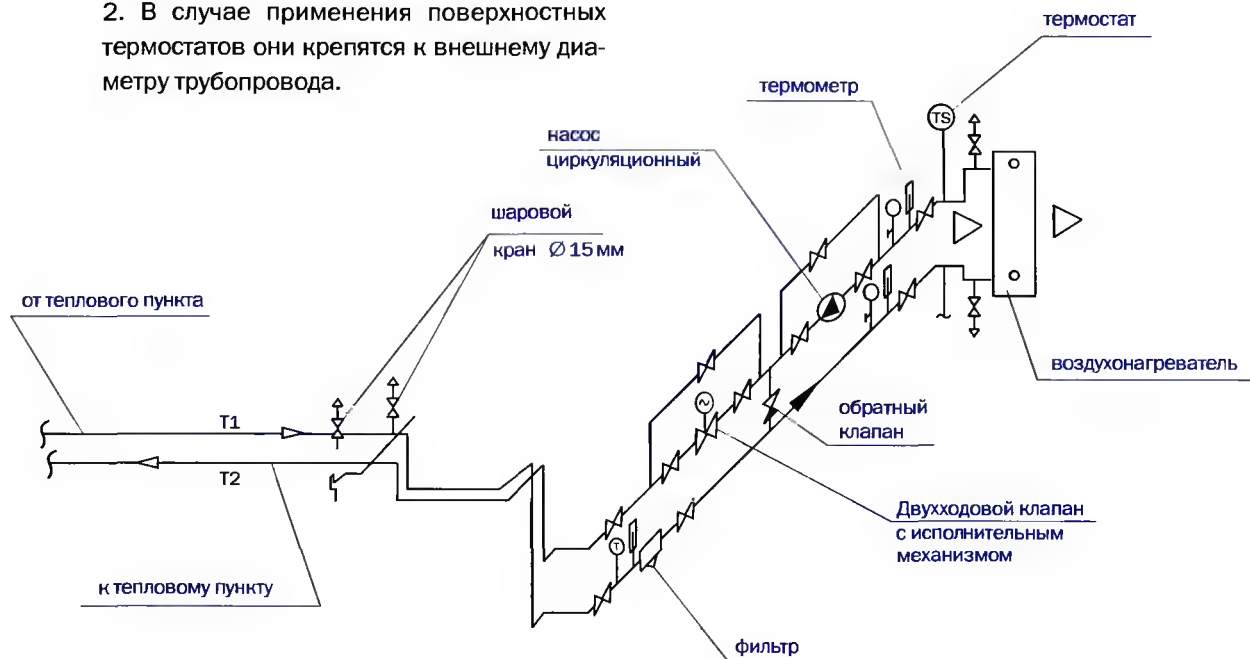
Процессы обработки воздуха в *I-d* диаграмме:  
холодный период года

- т. 1 — параметры наружного воздуха;
- т. 2 — параметры воздуха после воздухонагревателя;
- т. 3 — параметры воздуха после парогенератора;
- т. 4 — параметры приточного воздуха;
- т. 5 — параметры воздуха в помещении.

### Узел трубопроводной обвязки воздуонагревателей первого подогрева

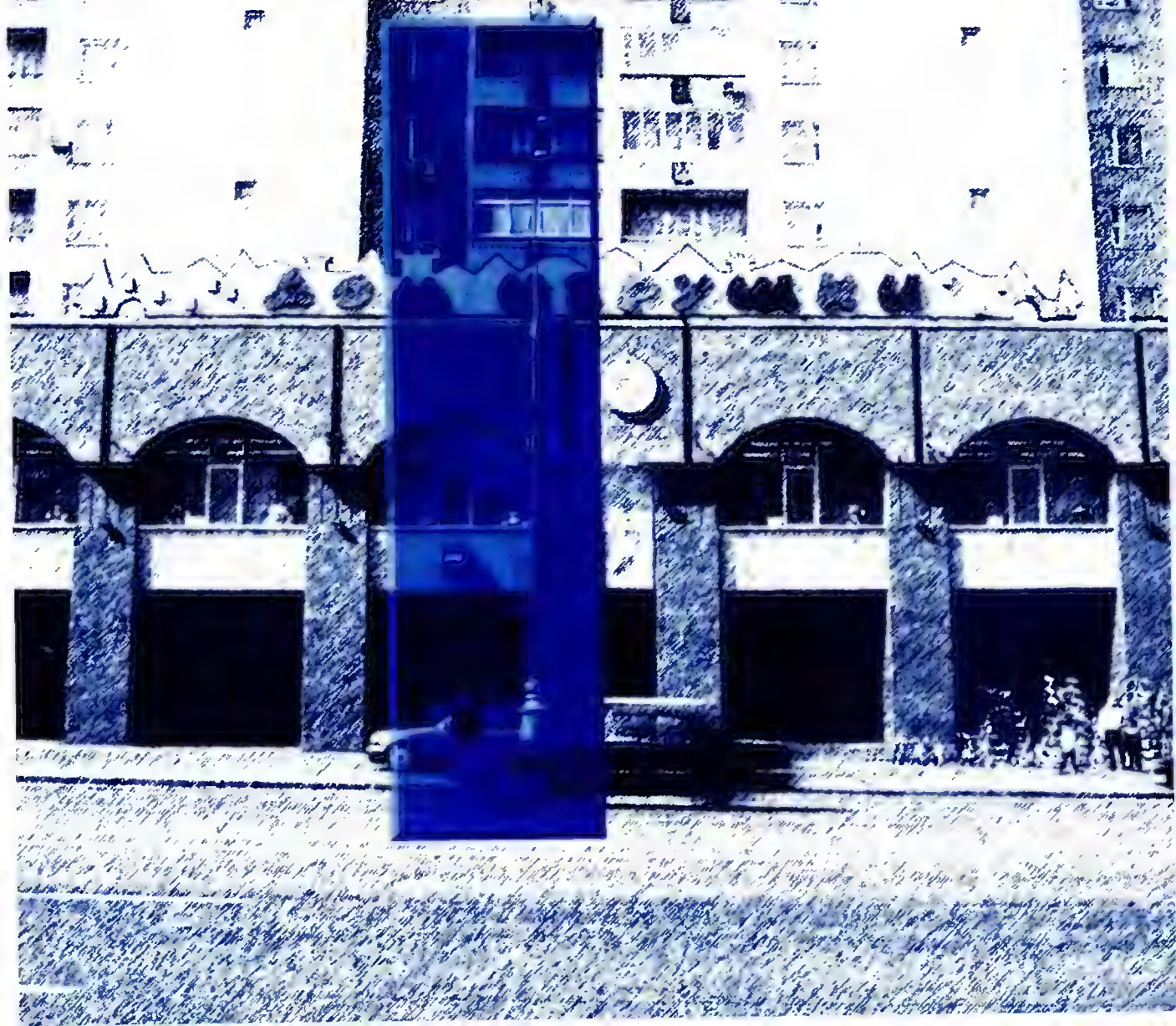
#### Примечания:

1. Для врезки термометров и манометров в трубопроводы ввариваются соответственно гильзы и штуцеры. Для установки термостата защиты от замораживания в трубопровод, если его диаметр меньше 89 мм, врезается расширительный стакан.
2. В случае применения поверхностных термостатов они крепятся к внешнему диаметру трубопровода.





**Раздел II. Основные требования  
к проектированию  
систем отопления и вентиляции  
во встроенных  
и встроенно-пристроенных  
помещениях  
различного назначения  
и стоянках легковых  
автомобилей**





## Общая часть

### ПОМЕЩЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННЫЕ, АДМИНИСТРАТИВНЫЕ, БЫТОВЫЕ

В настоящее время ко встроенно-пристроенным помещениям в современных жилых зданиях предъявляются достаточно высокие требования по их архитектурно-эстетическим решениям, интерьеру, дизайну, применяемому оборудованию.

Поэтому необходимо проектировать системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха высокого качества с применением новейшего вентиляционного оборудования и изделий, современных регулируемых отопительных приборов. Применяемое в проектах оборудование должно быть надежным в работе, простым в эксплуатации и удовлетворять требованиям ремонтпригодности.

Безусловно, проектные решения по отоплению и вентиляции должны приниматься одновременно и в тесной увязке с архитектурно-планировочными и конструктивными решениями. Одним из принципиальных вопросов является учет ориентации здания, поскольку от ориентации здания, как и от принятых архитектурных и конструктивных решений зависят и выбор отопительно-вентиляционной системы, и выбор оборудования и изделий для нее.

Окончательные технические решения по отопительно-вентиляционным системам должны приниматься, исходя из комплексного анализа технического уровня систем и требуемых для них капитальных вложений и последующих эксплуатационных затрат.

Следует иметь в виду, что многочисленными исследованиями, проведенными в различных странах, установлено, что работоспособность людей и ощущение комфорта в значительной степени зависят от таких параметров микроклимата как температура

воздуха в помещении, его чистота, влажность, скорость движения, то есть подвижность.

Встроенно-пристроенные помещения — это те же общественные, административные, бытовые здания, только ограниченных масштабов.

В жилых зданиях такими помещениями могут быть:

- предприятия общественного питания с числом мест до 50, домовые кухни с производительностью до 500 обедов в день;
- магазины суммарной торговой площадью до 1000 м<sup>2</sup>, пункты приема посуды;
- предприятия бытового обслуживания (парикмахерские, мастерские по ремонту часов) площадью до 300 м<sup>2</sup>, мастерские ремонта бытовых машин и приборов, ремонта обуви площадью до 100 м<sup>2</sup>;
- приемные пункты прачечных и химчисток, прачечные самообслуживания производительностью до 75 кг белья в смену, автоматические телефонные станции общей площадью до 100 м<sup>2</sup>;
- учреждения здравоохранения и социального обеспечения;
- дошкольные и общеобразовательные учреждения;
- учреждения досугового назначения;
- учреждения управления, проектирования, информации, связи и коммунального хозяйства;
- прочие подобные помещения.

Особо следует отметить встроенно-пристроенные стоянки легковых автомобилей.

Проектирование отопительно-вентиляционных систем встроенно-пристроенных в жилые здания помещений общественного назначения следует осуществлять на основе СНиП 2.08.02-89\* «Общественные здания и сооружения», СНиП 2.08.01-89\* «Жилые здания», СНиП 2.04.05-91\* «Отопление, вентиляция и кондиционирование», других СНиП, ВСН, МГСН, СанПИН, противопожарных норм, в которых содержатся требования, предъявляемые к



зданиям и помещениям общественного назначения соответствующего профиля.

Основные требования, являющиеся общими для всех типов встроенно-пристроенных помещений, дополнительные требования к конкретным типам помещений, а также пути выполнения всех этих требований отражены в отдельных главах настоящего пособия.

К таким главам относятся:

- энергоэффективность;
- расчет воздухообмена по теплоизбыткам и вредностям;

- защита от шума;
- автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха;
- противодымная защита при пожаре;
- воздуховоды, вентиляционные каналы. Аэродинамический расчет;
- воздушно-тепловые завесы;
- воздухораспределение в помещениях;
- автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Отопление, теплоснабжение, климатология, охрана окружающей среды также рассмотрены в главах справочного пособия.



## Глава 13. Предприятия розничной торговли

В жилых зданиях размещаются магазины продовольственные (универсамы, продукты, хлеб, кондитерские, рыба, мясо, овощи-фрукты и др.) и непродовольственные (универмаги, одежда, обувь, галантерея-парфюмерия и др.), кроме тех, размещение которых запрещают СНиП 2.04.05-91\*, суммарной торговой площадью до 1000 м<sup>2</sup>.

Отопление, вентиляцию и кондиционирование воздуха встроенных и встроенно-пристроенных в жилые здания магазинов следует проектировать в соответствии со СНиП 2.04.05-91\*, СНиП 2.08.02-89\*, МГСН 4.13-97.

Системы отопления таких магазинов должны быть автономными (для каждого типа магазина или для каждого арендатора, если их несколько). Это дает возможность осуществлять адресный учет расхода тепла.

Для торговых залов площадью 400 м<sup>2</sup> и более, а также для разгрузочных помещений следует предусматривать отдельные ветви систем водяного отопления.

В соответствии с МГСН 4.13-97 в магазинах торговой площадью до 400 м<sup>2</sup> допускается проектировать вентиляцию с естественным побуждением. Однако по желанию заказчика в небольших магазинах может быть запроектирована приточно-вытяжная механическая вентиляция и даже кондиционирование воздуха.

В помещениях магазинов, оборудованных вентиляцией с механическим побуждением, объем вытяжки должен быть полностью компенсирован.

Расчетные температуры воздуха и кратность воздухообмена в помещениях магазинов приведены в табл. 13.1.

Для систем механической вентиляции встроенных и встроенно-пристроенных магазинов расчет воздухообмена производится на ассимиляцию теплоизбытков и по кратностям.

Тепло- и влаговыведения от покупателей в расчете принимаются соответствующими этим параметрам

для людей, занятых легкой работой, а тепло- и влаговыведения от работающего персонала — как для людей, занятых работой средней тяжести.

Методика расчета воздухообмена на ассимиляцию теплоизбытков приведена в гл. 6 пособия.

При расчете систем вентиляции и кондиционирования количество людей, одновременно находящихся в торговых залах, следует определять по технологическому заданию, или исходя из площади торгового зала на одного человека:

6 м<sup>2</sup> для магазинов мебели, музыкальных, аудио-, видео-, бытовой и оргтехники, книжных спортивных, ювелирных;

5 м<sup>2</sup> для других непродовольственных магазинов, а также для продовольственных магазинов.

В магазинах самообслуживания количество рабочих мест контролеров-кассиров принимается из расчета:

одно рабочее место на 100 м<sup>2</sup> в продовольственных магазинах;

одно рабочее место на 160 м<sup>2</sup> в непродовольственных магазинах.

В целях экономии энергии для магазинов целесообразно применять одну из комбинированных систем — сплит-систему или систему фан-койлов для охлаждения воздуха в помещениях в летний период. Приточная система должна быть рассчитана по санитарной норме наружного воздуха.

При ориентации остекленных проемов торговых залов на юг, юго-восток, юго-запад допускается установка оконных или комнатных кондиционеров.

В торговых залах магазинов, в которых отсутствуют пахучие вещества, следует применять рециркуляцию воздуха. Объем подаваемого свежего (наружного) воздуха должен быть не менее 20 м<sup>3</sup>/ч на человека.

Системы вентиляции магазинов, встроенных и встроенно-пристроенных в жилые здания, не допускается объединять с системами вентиляции этих зданий.

В помещениях кладовых следует предусматривать естественную систему вентиляции с самостоятельными каналами.

Допускается присоединение системы вытяжной вентиляции кладовых к общеобменной системе механической вентиляции при условии установки огнезадерживающих клапанов согласно СНиП 2.04.05-91\*.

Воздушно-тепловую завесу у входа в торговый зал магазина следует проектировать:

при расчетной температуре наружного воздуха в холодный период года  $-26^{\circ}\text{C}$  и ниже;

при условии, что более 250 человек проходят через вход в течение одного часа. Это в небольших встроенных и встроенно-пристроенных магазинах (например, в магазинах по продаже автозапчастей) бывает редко, но при наличии рабочих мест, расположенных напротив входа или поблизости от входа, воздушно-тепловую завесу проектировать необходимо. При расчете такой завесы расход тепла можно определять не как расход за-

весы-отсечки, предотвращающей врывание холодного воздуха при открывании дверей, а как дополнительное отопление, рассчитанное на потери тепла через наружные двери, не оборудованные воздушно-тепловыми завесами (по приложению 9 СНиП 2.04.05-91\*).

При выборе источника нагревания воздуха завесы у входа в магазин следует учитывать условия ее эксплуатации. Если предполагается что завеса в холодный период года будет действовать постоянно, выгоднее для заказчика иметь завесу, работающую на теплоносителе «перегретая вода». Если завеса предназначена для работы только в холодные дни, следует проектировать электрическую воздушно-тепловую завесу, тем более что ее можно использовать и в весенне-осенний период, когда системы центрального теплоснабжения не работают,

Таблица 13.1

**Расчетная температура воздуха и кратность воздухообмена в помещениях магазинов (МГСН 4.13-97, приложение 14)**

| п/п | Помещения                                                                                                      | Расчетная температура воздуха для холодного периода года, $^{\circ}\text{C}$ | Кратность воздухообмена или количества воздуха, удельного по помещению |            |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------|
|     |                                                                                                                |                                                                              | приток                                                                 | вытяжка    |
| 1   | Торговые залы магазинов площадью $400\text{ м}^2$ и менее:                                                     | 16                                                                           | —                                                                      | 1          |
|     |                                                                                                                | 16                                                                           | —                                                                      | 1          |
| 2   | Торговые залы магазинов площадью более $400\text{ м}^2$ :                                                      | 16                                                                           | По расчету                                                             | По расчету |
|     |                                                                                                                | 16                                                                           |                                                                        |            |
| 3   | Разрубочная                                                                                                    | 10                                                                           | 3                                                                      | 4          |
| 4   | Разгрузочные помещения                                                                                         | 10                                                                           | По расчету                                                             |            |
| 5   | Помещения для подготовки товаров к продаже (при размещении в отдельном помещении), комплектовочные, приемочные | 16                                                                           | 2                                                                      | 1          |
| 6   | Кладовые (неохлаждаемые):                                                                                      | 16                                                                           | —                                                                      | 0,5        |
|     |                                                                                                                | 8                                                                            | —                                                                      | 1          |
|     |                                                                                                                | 16                                                                           | —                                                                      | 2          |
|     |                                                                                                                | 16                                                                           | —                                                                      | 0,5        |
| 7   | Помещения демонстрации новых товаров (при размещении в отдельном помещении)                                    | 16                                                                           | 2                                                                      | 2          |
| 8   | Гладильные                                                                                                     | 16                                                                           | По расчету                                                             |            |
| 9   | Камеры для мусора (неотапливаемые)                                                                             | —                                                                            | —                                                                      | 1          |

Продолжение таблицы 13.1

| п/п | Помещения                                                                                       | Расчетная температура воздуха для холодного периода года, °С | Кратность воздухообмена или количества воздуха, деленного на помещения |                                |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|     |                                                                                                 |                                                              | приток                                                                 | вытяжка                        |
| 10  | Помещение для механизированного прессования бумажных отходов                                    | 16                                                           | —                                                                      | 1,5                            |
| 11  | Помещения для хранения:                                                                         |                                                              |                                                                        |                                |
|     | упаковочных материалов и инвентаря                                                              | 16                                                           | —                                                                      | 1                              |
| 12  | контейнеров обменного фонда                                                                     | —                                                            | —                                                                      | 1                              |
| 13  | тары                                                                                            | 8                                                            | —                                                                      | 1                              |
| 14  | уборочного инвентаря, моющих средств                                                            | 16                                                           | —                                                                      | 1,5                            |
| 15  | Бельевая                                                                                        | 18                                                           | —                                                                      | 0,5                            |
| 16  | Мастерские, лаборатории                                                                         | 18                                                           | 2                                                                      | 3                              |
| 17  | Охлаждаемые камеры для содержания:                                                              |                                                              |                                                                        |                                |
|     | мяса, полуфабрикатов, гастрономии                                                               | 0                                                            | —                                                                      | —                              |
|     | рыбы                                                                                            | —2                                                           | —                                                                      | —                              |
|     | овощей, фруктов, кондитерских изделий, напитков                                                 | 4                                                            | 4                                                                      | 4                              |
|     | мороженого, пельменей                                                                           | —15                                                          | —                                                                      | —                              |
|     | пищевых отходов                                                                                 | 2                                                            | —                                                                      | 10                             |
| 18  | Машинные отделения охлаждаемых камер с воздушным охлаждением                                    | 5                                                            | По расчету                                                             |                                |
| 19  | Машинные отделения охлаждаемых камер с водяным охлаждением                                      | 5                                                            | 2                                                                      | 3                              |
| 20  | Канторские помещения, комната персонала, главная касса, помещение охраны, опорный пункт АСУ     | 18                                                           | —                                                                      | 1                              |
| 21  | Гардеробные, подсобная для персонала предприятия общественного питания, комната для приема пищи | 16                                                           | —                                                                      | 1                              |
| 22  | Общественные туалеты для покупателей и туалеты для персонала                                    | 16                                                           | —                                                                      | 50 м <sup>3</sup> /ч на унитаз |
| 23  | Душевые                                                                                         | 25                                                           | —                                                                      | 5                              |
| 24  | Комната-профилакторий (при размещении магазина в подземных этажах)                              | 20                                                           | —                                                                      | 60 м <sup>3</sup> /ч на чел.   |
| 25  | Помещения приема и выдачи заказов                                                               | 16                                                           | —                                                                      |                                |

## Примечания:

1. Расчетная температура для охлаждаемых камер принята на холодный и на теплый периоды года;
2. При размещении площадей для дополнительного обслуживания в торговом зале расчетную температуру воздуха и кратность воздухообмена следует принимать не ниже указанных для торговых залов. Для помещений дополнительного обслуживания: кафетериев, сок-баров и других (кроме помещений приема и выдачи заказов), в том числе — и для их подсобных помещений, расчетную температуру воздуха и кратность воздухообмена следует принимать согласно действующим нормативным документам;
3. При расположении помещений магазинов в подземных этажах следует предусматривать системы механической приточно-вытяжной вентиляции с воздухообменом в торговых залах не менее 30 м<sup>3</sup>/ч на человека, а в служебно-бытовых помещениях — не менее 60 м<sup>3</sup>/ч на человека;
4. В помещениях, обозначенных позициями 1, 2, 5, 7, 11, 14—16, 20—22, 25, по заданию на проектирование допускается принимать расчетную температуру воздуха и кратность воздухообмена выше указанных в таблице.



## Глава 14. Предприятия общественного питания

Встроенными и встроенно-пристроенными в жилые здания могут быть предприятия питания: рестораны, бары, кафе, столовые, закусочные с режимом работы до 23 часов площадью не более 250 м<sup>2</sup> и с числом посадочных мест до 50, а также магазины кулинарии площадью до 150 м<sup>2</sup> и домовые кухни производительностью до 500 обедов в день.

Проектирование систем отопления, вентиляции и кондиционирования встроенных и встроенно-пристроенных помещений предприятий общественного питания осуществляется в соответствии с требованиями СНиП2.04.05-91\*, 1997 г., СНиП2.08.02-89\*, 1999 г. и МГСН4.14-98, а также с учетом рекомендаций соответствующих разделов ведомственных норм.

При расчетах воздухообмена в горячих цехах (кухнях), которые относятся к теплonaпряженным помещениям (со значительными тепловыделениями) большинство проектировщиков используют «Рекомендации по расчету систем вентиляции и кондиционирования воздуха в горячих цехах предприятий общественного питания», разработанные в 80-е годы ЦНИИЭП инженерного оборудования. При этом следует пользоваться: технологическим заданием на проектирование; таблицами местных отсосов от модулированного и немодулированного оборудования горячих цехов, составленными Люберецким СКБ торгового машиностроения; техническими и паспортными данными заводов-изготовителей технологического оборудования, в том числе импортного.

Можно использовать также справочный материал, разработанный институтом Гипроторг, по местным вентиляционным отсосам, предназначенным для отечественного технологического оборудования и Пособие по проектированию предприятий общественного питания к СНиП 2.08.02-89\*, разработанное ЦНИИЭП учебных зданий.

Необходимо учитывать, что эти справочные и методические материалы не могут быть исчерпывающими для современного проектирования, так как не отражают произошедших в последние годы из-

менений в нормативных документах и в подходах к эксплуатации помещений.

Обслуживаемой зоной в теплonaпряженных помещениях является пространство до 2 м над полом, а в обеденных залах и других помещениях, где люди находятся как правило, в сидячем положении, пространство до 1,5 м над полом.

Расчеты параметров воздуха в обслуживаемых зонах обеденного зала и горячего цеха выполняются в первую очередь для летних условий, как наиболее неблагоприятных. При этом в горячем цехе параметры воздуха являются функцией количества тепла, выделяющегося в помещении, количества приточного и удаляемого воздуха при принятых схеме воздухораспределения и параметрах притока.

Расчетную температуру и кратность воздухообмена в помещениях предприятий общественного питания рекомендуется принимать по табл. 14.1.

Системы вентиляции предприятий общественного питания во встроенных и встроенно-пристроенных к жилым зданиям помещениях должны быть отдельными от систем вентиляции этих зданий, оборудованы приборами контроля и учета расходуемых энергоносителей и воды. При этом необходимо предусмотреть меры по защите жилых помещений от шума и вибрации. Проектируются отдельные системы вытяжной вентиляции для следующих групп помещений:

- а) для посетителей (зал, раздаточная);
- б) производственных. Допускается объединять в одну вытяжную систему местные отсосы горячих цехов и вытяжные каналы общеобменной вентиляции холодных, догоготовочных цехов, моечных и других производственных помещений;
- в) местных отсосов от посудомоечных машин (помещение моечной);
- г) уборных и душевых с раздевалками;
- д) охлаждаемых камер для хранения пищевых отходов;
- е) охлаждаемых камер для хранения фруктов, овощей и зелени.



Таблица 14.1

Расчетная температура воздуха и кратность воздухообмена  
в помещениях предприятий общественного питания

| №<br>п/п | Наименования помещений                                                                                           | Расчетная<br>температура<br>воздуха, °С   | Кратность воздухообмена<br>в час                                               |         |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------|
|          |                                                                                                                  |                                           | приток                                                                         | вытяжка |
| 1        | Зал, раздаточная                                                                                                 | +16                                       | По расчету, не менее 30 м <sup>3</sup> /ч<br>наружного воздуха на человека     |         |
| 2        | Вестибюль, аванзал                                                                                               | +16                                       | 2                                                                              | —       |
| 3        | Магазин кулинарии                                                                                                | +16                                       | 3                                                                              | 2       |
| 4        | Горячий цех, помещение выпечки<br>кондитерских изделий                                                           | +5 (для расчета де-<br>журного отопления) | По расчету, но не менее 100 м <sup>3</sup> /ч<br>наружного воздуха на человека |         |
| 5        | Цеха: доготовочный холодный, мясной,<br>птицеголевой, рыбный, обработки<br>зелени, овощей                        | +18                                       | 3                                                                              | 4       |
| 6        | Помещение заведующего производством                                                                              | +18                                       | 2                                                                              | —       |
| 7        | Помещение для мучных изделий<br>и отделки кондитерских изделий, бельевая                                         | +18                                       | 1                                                                              | 2       |
| 8        | Помещение для резки хлеба,<br>для подготовки мороженого,<br>сервизная, подсобная                                 | +18                                       | 1                                                                              | 1       |
| 9        | Моечная: столовой, кухонной посуды,<br>судков, тары                                                              | +18                                       | 4                                                                              | 6       |
| 10       | Кабинет директора, контора, главная<br>касса, комнаты официантов, персонала,<br>кладовщика                       | +18                                       | 1                                                                              | 1       |
| 11       | Кладовая сухих продуктов, кладовая<br>инвентаря, кладовая винно-водочных<br>изделий, помещение для хранения пива | +12                                       | —                                                                              | 1       |
| 12       | Кладовые овощей, солений, тары                                                                                   | +5                                        | —                                                                              | 2       |
| 13       | Приемочная                                                                                                       | +16                                       | 3                                                                              | —       |
| 14       | Машинное отделение<br>охлаждаемых камер с воздушным<br>охлаждением агрегатов                                     | По расчету                                |                                                                                |         |
| 15       | То же, с водяным охлаждением агрегатов                                                                           | —                                         | 3                                                                              | 4       |
| 16       | Ремонтные мастерские                                                                                             | +16                                       | 2                                                                              | 3       |
| 17       | Помещения общественных организаций                                                                               | +16                                       | 1                                                                              | 1       |
| 18       | Охлаждаемые камеры для хранения:                                                                                 |                                           |                                                                                |         |
|          | мяса                                                                                                             | ± 0                                       | —                                                                              | —       |
|          | рыбы                                                                                                             | —2                                        | —                                                                              | —       |
|          | молочно-жировых продуктов,<br>гастрономии                                                                        | +2                                        | —                                                                              | —       |
|          | полуфабрикатов, в том числе высокой<br>степени готовности                                                        | 0                                         | —                                                                              | —       |
|          | овощей, фруктов, ягод, напитков                                                                                  | +4                                        | 4                                                                              | 4       |
|          | кондитерских изделий                                                                                             | +4                                        | —                                                                              | —       |
|          | вин и напитков                                                                                                   | 6                                         | —                                                                              | —       |
|          | мороженого и замороженных фруктов                                                                                | —15                                       | —                                                                              | —       |
|          | пищевых отходов                                                                                                  | +2                                        | —                                                                              | 10      |
| 19       | Курительная комната                                                                                              | +16                                       | —                                                                              | 10      |
| 20       | Разгрузочные помещения                                                                                           | +10                                       | По расчету                                                                     |         |

## Примечания:

1. Указанная в таблице температура воздуха в помещениях (кроме охлаждаемых камер) является расчетной при проектировании систем отопления;
2. В буфетах, барах, коктейль-холлах, банкетных залах, размещаемых в отдельных помещениях, принимается кратность воздухообмена равная 3;
3. Температура воздуха в охлаждаемых камерах поддерживается круглосуточно в течение всего года. В камерах для одновременного хранения мяса и рыбы или мясных и рыбных полуфабрикатов принимается температура 0 °С; для овощных полуфабрикатов +2 °С; для хранения всех продуктов (одна камера на предприятии)  $\pm 2$  °С.

В кафе и столовых на 50 мест и менее допускается устройство вытяжной вентиляции без организованного притока.

Расчет воздухообмена в торговых залах, горячих и кондитерских цехах следует производить на ассимиляцию теплоизбытков от людей, технологического теплового оборудования, солнечной радиации и электроосвещения. Методика и пример расчета приведены в гл. 6 справочного пособия.

Системы вентиляции в горячих цехах проектируются с применением приточно-вытяжных локализующих устройств.

Расход приточного и вытяжного воздуха по отечественному модулированному оборудованию приведены в табл. 14.2.

Тепловыделения от технологического оборудования определяются с учетом коэффициентов одновременности работы и загрузки оборудования, которые даны в технологическом задании.

Для расчета воздухообмена в горячих цехах и в помещениях для выпечки кондитерских изделий температуру воздуха, удаляемого через зонты, завесы и локализирующие устройства над технологическим оборудованием, выделяющим тепло, принимают +42 °С, температуру воздуха под потолком принимают +30 °С.

В ресторанах комфортные условия воздушной среды должны поддерживаться постоянно, с учетом заполняемости залов.

Наряду с традиционными схемами воздухораспределения (подача и удаление воздуха в верхней зоне помещения) в залах ресторанов в последнее время применяют также схему вентиляции вытесняющего типа.

При вентиляции вытеснением приточный воздух подается в помещение снизу (в ряде случаев — через фальшпол), с небольшой скоростью (0,2—0,3 м/с) и температурой на 2—3 °С ниже температуры внутреннего воздуха. Такая подача воздуха препятствует его перемешиванию в объеме помещения, что особенно важно, когда многие посетители курят. Различные загрязняющие вещества поднимаются вверх к вытяжным отверстиям, за счет этого улучшается качество воздуха.

При подаче воздуха в верхнюю зону температура приточного воздуха должна быть ниже температуры воздуха в обслуживаемой зоне не более чем на 6 °С.

В летнее время влажный наружный воздух осушается и охлаждается в поверхностном воздухоохладителе до параметров притока, затем подается в помещение. При необходимости увлажнения приточного воздуха наружный воздух поступает в поверхностный воздухоохладитель, затем в оросительную камеру, после чего нагревается в воздухонагревателе второго подогрева до температуры притока.

В проект вентиляции горячего цеха и моечной следует включить указания к прокладке воздуховодов, например: предусмотреть установку фильтра; обеспечить уклон воздуховода в сторону мойки; установить воздуховод швом наверх; предусмотреть установку устройства для сбора жировых отложений; выполнить дренажное соединение для отвода обезжиривающего моющего раствора из вытяжной системы горячего цеха; и т.п.

Вытяжные воздуховоды, транспортирующие из горячих цехов воздух с температурой 150 °С и выше, должны быть термоизолированными.

Таблица 14.2

## Расход воздуха по модулированному оборудованию

| №  | Наименование оборудования         | Марка         | Установленная мощность<br>единицы оборудования, кВт | Количество воздуха, м <sup>3</sup> /ч |            |
|----|-----------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------|------------|
|    |                                   |               |                                                     | вытяжного                             | приточного |
| 1  | Плита электрическая               | ПЭ-0,17       | 4,0                                                 | 250                                   | 200        |
| 2  | Плита электрическая               | ПЭ-0,17-01    | 4,0                                                 | 250                                   | 200        |
| 3  | Плита электрическая               | ПЭ-0,51       | 12,0                                                | 750                                   | 400        |
| 4  | Плита электрическая               | ПЭ-0,51-01    | 12,0                                                | 750                                   | 400        |
| 5  | Шкаф жарочный электрический       | ШЖЭ-0,51      | 8                                                   | 400                                   | —          |
| 6  | Шкаф жарочный электрический       | ШЖЭ-0,51-01   | 8                                                   | 400                                   | —          |
| 7  | Шкаф жарочный электрический       | ШЖЭ-0,85      | 12                                                  | 500                                   | —          |
| 8  | Шкаф жарочный электрический       | ШЖЭ-0,85-01   | 12                                                  | 500                                   | —          |
| 9  | Устройство электрическое варочное | УЭВ-60        | 9,45                                                | 650                                   | 400        |
| 10 | Котел передвижной                 | КП-60         | —                                                   | —                                     | —          |
| 11 | Фритюрница                        | ФЭ-20         | 7,5                                                 | 350                                   | 200        |
| 12 | Фритюрница                        | ФЭ-20-01      | 7,5                                                 | 350                                   | 200        |
| 13 | Котел пищеварочный на 100 л       | КЭ-100        | 18,9                                                | 550                                   | 400        |
| 14 | Котел пищеварочный на 160 л       | КЭ-160        | 24,0                                                | 650                                   | 400        |
| 15 | Котел пищеварочный на 250 л       | КЭ-250        | 30,0                                                | 750                                   | 400        |
| 16 | Аппарат пароварочный              | АПЭ-0,23А     | 7,5                                                 | 650                                   | 400        |
| 17 | Аппарат пароварочный              | АПЭ-0,23А -01 | 7,5                                                 | 650                                   | 400        |
| 18 | Сковорода электрическая           | СЭ-0,22       | 5,0                                                 | 450                                   | 400        |
| 19 | Сковорода электрическая           | СЭ-0,22-01    | 5,0                                                 | 450                                   | 400        |
| 20 | Сковорода электрическая           | СЭ-0,45       | 11,5                                                | 700                                   | 400        |
| 21 | Сковорода электрическая           | СЭ-0,45-01    | 11,5                                                | 700                                   | 400        |
| 22 | Мармит                            | МСЭ-0,84      | 2,5                                                 | 300                                   | 200        |
| 23 | Мармит                            | МСЭ-0,84-01   | 2,5                                                 | 300                                   | 200        |
| 24 | Мармит передвижной                | МП-28         | 0,63                                                | —                                     | —          |

## Глава 15. **Предприятия бытового обслуживания населения**

Во встроенных и встроенно-пристроенных в жилые здания помещениях допускается размещать следующие предприятия бытового обслуживания: приемные пункты прачечной или химчистки; прачечные самообслуживания с объемом производства не более 75 кг в смену; мастерские мелкого ремонта; ателье по пошиву и ремонту одежды, головных уборов и трикотажных изделий; фотоателье, парикмахерские; бюро посреднических услуг; ателье проката и т.п.

Помещения предприятий бытового обслуживания населения должны быть оборудованы системами отопления, вентиляции, дымозащиты. Системы кондиционирования воздуха предусматриваются дополнительно в задании на проектирование.

Отопление, вентиляцию, кондиционирование воздуха и аварийную противодымную вентиляцию следует проектировать в соответствии со СНиП 2.08.02-89\*, 1999 г., СНиП 2.04.05-91\*, 1997 г., МГСН 4.18-99, а также в соответствии с требованиями СанПиН.

При разработке инженерных разделов проектов зданий следует предусматривать мероприятия по энергосбережению, теплозащите ограждающих конструкций, с обязательной установкой приборов регулирования, контроля и учета расхода энергоресурсов и воды.

Расчетная температура воздуха в помещениях и кратность воздухообмена в час представлены в табл. 15.1.

При расчете воздухообмена в производственных помещениях следует учитывать тепловыделения от оборудования (по технологическим данным), от солнечной радиации, электроосвещения, от людей, а также от электродвигателей. Значение коэффициента перехода электрической энергии в тепловую составляет:

- для отделений химчистки одежды и стирки белья 0,1;
- для швейных цехов 0,3;
- для остальных производств 0,2.

При расчете вентиляции в помещениях, предполагающих присутствие клиентов, учитывается, что

в помещении, не считая работающих, могут находиться три человека одновременно.

В парикмахерских, кроме того, необходимо рассчитывать вентиляцию на разбавление газообразных веществ (сернистый газ, ацетон, аммиак, уксусная и тиогликолевая кислоты), образующихся при окраске, завивке волос и других операциях.

Нормативные значения предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений принимаются в соответствии с ГН 2.2.5.686-98, а также ГН 2.2.5.687-98.

Концентрация паров химических веществ, образующихся при завивке, окраске волос и других операциях в воздухе рабочей зоны парикмахерских, не должна превышать предельно допустимых: трио-гликолевая кислота — 0,1 мг/м<sup>3</sup>, парафенил-диамин — 0,1 мг/м<sup>3</sup>, аммиак — 20 мг/м<sup>3</sup>, сероводород — 10 мг/м<sup>3</sup>, ацетон — 200 мг/м<sup>3</sup>.

В парикмахерских помещениях для маникюра, педикюра и косметических услуг, а также помещения кладовых допускается проектировать без организованного притока воздуха. Предприятия бытового обслуживания, вместимостью до 5 рабочих мест (общей площадью до 150 м<sup>2</sup>), встроенные в жилые дома, разрешается проектировать без организованного притока воздуха; без местных отсосов — с естественной вытяжкой, а при наличии местных отсосов — с механической вытяжкой.

Механическую вытяжную вентиляцию следует проектировать во всех складских помещениях, предназначенных для хранения химических веществ, и в помещениях с вредными выделениями и веществами, имеющими резкий запах. Помещения кладовых площадью более 55 м<sup>2</sup> необходимо оборудовать вытяжной противодымной вентиляцией.

Допускается подсоединение системы вытяжной вентиляции кладовых к общей системе механической вентиляции подсобных помещений при условии установки огнезадерживающих клапанов в соответствии со СНиП 2.04.05-91\*.



Таблица 15.1.

## Расчетная температура воздуха в помещениях и кратность воздухообмена

| Наименование помещений                                                                    | Расчетная температура воздуха, °С | Расход или кратность воздухообмена в час     |                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------|
|                                                                                           |                                   | Приток                                       | Вытяжка                            |
| Изготовления и ремонта одежды, головных уборов, трикотажных изделий                       | 18                                | По расчету                                   |                                    |
| Скорняжных работ                                                                          | 18                                | 2                                            | 2                                  |
| Ремонта обуви и галантереи                                                                | 18                                | По расчету                                   |                                    |
| Ремонта металлоизделий, бытовых машин, часов, фотоаппаратуры, помещения переплетных работ | 18                                | 2                                            | 3                                  |
| Ремонта бытовой радиоэлектронной аппаратуры                                               | 18                                | 4                                            | 5                                  |
| Ремонта изделий из пластмасс, помещения ювелирных и граверных работ                       | 18                                | 1                                            | 2                                  |
| Обработки фотоматериалов                                                                  | 18                                | 2                                            | 3                                  |
| Прачечной самообслуживания                                                                | 16                                | 1                                            | 1                                  |
| Студии звукозаписи (зала звукозаписи, аппаратной, кабинета перезаписи)                    | 18                                | 2                                            | 2                                  |
| Машинописного бюро                                                                        | 18                                | 3                                            | 3                                  |
| Демонстрационного зала                                                                    | 18                                | 3 (но не менее 20 м <sup>3</sup> /ч на чел.) | 3                                  |
| Костюмерной                                                                               | 16                                | —                                            | 1,5                                |
| Парикмахерской с нормируемой площадью, м <sup>2</sup> :                                   |                                   |                                              |                                    |
| до 50                                                                                     | 18                                | —                                            | 1                                  |
| от 50 до 100                                                                              | 18                                | 1                                            | 2                                  |
| 101 и более                                                                               | 18                                | 2                                            | 3                                  |
| Помещения для сушки волос                                                                 | 18                                | По расчету                                   |                                    |
| Фотоателье                                                                                | 18                                | 1                                            | 2                                  |
| Проката предметов домашнего обихода и культурно-бытового назначения                       | 18                                | 1                                            | 2                                  |
| Бюро обслуживания                                                                         | 18                                | 1                                            | 2                                  |
| Залов ожидания и приемных                                                                 | 18                                |                                              | По балансу со смежными помещениями |
| Помещения приема белья в стирку                                                           | 16                                | 1                                            | 2                                  |
| Помещения выдачи белья                                                                    | 16                                | 1                                            | 1                                  |
| Кладовых для хранения принятых и готовых заказов, материалов                              | 15                                | —                                            | 0,5                                |
| Кладовых для хранения химикатов                                                           | 15                                | По расчету                                   |                                    |

## Примечания:

1. В помещениях с избытком тепла следует предусматривать отопление, достаточное для поддержания температуры в пределах +10 °С;
2. Систему отопления предприятий бытового обслуживания встроенных или встроенно-пристроенных в жилое здание, как правило, не объединяют с системой отопления жилой части здания;

3. Отопительные приборы должны быть легкодоступными для очистки от пыли;
4. Системы вентиляции предприятий бытового обслуживания, встроенных или встроенно-пристроенных в жилые дома, следует проектировать отдельными от систем вентиляции жилых зданий;
5. Вентиляционные выбросы парикмахерской необходимо выводить выше конька крыши здания, в котором расположена парикмахерская. Воздуховоды не должны проходить через помещения жилых квартир.
6. Система механической вентиляции для всех помещений парикмахерской может быть общей, за исключением залов для химической завивки волос, подсобных и санитарно-бытовых помещений.

В помещениях предприятий бытового обслуживания, за исключением помещений, в которых возможно выделение вредных или пахучих веществ в воздух рабочей зоны, допускается применять рециркуляцию воздуха, при этом наружный воздух следует подавать в объеме не менее  $20 \text{ м}^3/\text{ч}$  на одного человека.

Оборудование систем отопления, вентиляции и

кондиционирования воздуха не должно создавать шума и вибрации с уровнями выше допустимых для жилых зданий, независимо от места размещения в них.

Двери пожароопасных помещений (кладовых и подсобных для хранения горючих материалов) и технических помещений (электрощитовых, вентиляционных камер и др.) должны иметь предел огнестойкости не менее 0,5 ч.

## Глава 16. Детские и дошкольные учреждения

В соответствии с ГОСТ 30494-96 в основных помещениях детских дошкольных учреждений должны поддерживаться параметры внутренней среды, приведенные в табл. 16.1.

При проектировании теплозащиты расчетная температура принимается равной 22 °С, относительная влажность воздуха 55%, температура точки росы 12,6 °С.

Относительную влажность воздуха в помещениях основного пребывания детей следует принимать 40—55 %, в кухне и в стиральной до 60—70 %.

При определении тепловой нагрузки на отопительные приборы расчеты теплопотерь через наружные ограждения за счет теплопередачи производятся по приложению 9 к СНиП 2.04.05-91\*, а расход теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха по приложению 10 к СНиП.

На отопительных приборах следует монтировать автоматические терморегуляторы повышенного гидравлического сопротивления с многопозиционной установкой на расчетный расход воды. Систему отопления рекомендуется проектировать двухтруб-

Таблица 16.1

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне

| Период года | Наименование помещений                   | Температура воздуха, °С |         | Результирующая температура, °С |         | Относительная влажность, % |                   | Скорость движения воздуха, м/с |                      |
|-------------|------------------------------------------|-------------------------|---------|--------------------------------|---------|----------------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------|
|             |                                          | оптим.                  | допуст. | оптим.                         | допуст. | оптим.                     | допуст., не более | оптим.                         | допустимая, не более |
| Холодный    | Групповая, раздевальная и туалет:        |                         |         |                                |         |                            |                   |                                |                      |
|             | для ясельных и младших групп             | 21—23                   | 20—24   | 20—22                          | 19—23   | 45—30                      | 60                | 0,1                            | 0,15                 |
|             | для средних и дошкольных групп           | 19—21                   | 18—25   | 18—20                          | 17—24   | 45—30                      | 60                | 0,1                            | 0,15                 |
|             | Спальня:                                 |                         |         |                                |         |                            |                   |                                |                      |
| Теплый      | для ясельных и младших групп             | 20—22                   | 19—23   | 19—21                          | 18—22   | 45—30                      | 60                | 0,1                            | 0,15                 |
|             | для средних и дошкольных групп           | 19—21                   | 18—23   | 18—22                          | 17—22   | 45—30                      | 60                | 0,1                            | 0,15                 |
|             | Помещения с постоянным пребыванием людей | 23—25                   | 18—28   | 22—24                          | 19—27   | 60—30                      | 65                | 0,3                            | 0,5                  |

Примечания:

1. Для детских дошкольных учреждений, расположенных в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) —31°С и ниже, допустимую расчетную температуру воздуха в помещении следует принимать на 1 °С выше указанной в табл. 16.1;
2. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха следует проектировать в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91\*, 1997 г., СНиП 2.08.02-89\*, 1999 г. и МГСН 4.07-96. Расчетная температура для проектирования отопления и кратность обмена воздуха в помещениях приведены в табл. 16.2;

Таблица 16.2

## Расчетная температура воздуха и кратность воздухообмена

| Наименование помещений                                                   | Расчетная температура воздуха, °С     |                                                                     |                           | Кратность обмена воздуха в час                                 |         |                                                                                   |         |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|
|                                                                          | в IА, IБ, IГ климатических подрайонах | в II, III климатических районах и в IБ, IД климатических подрайонах | в IV климатическом районе | в IА, IБ, IГ климатических подрайонах                          |         | во всех климатических районах, за исключением IА, IБ, IГ климатических подрайонов |         |
|                                                                          |                                       |                                                                     |                           | приток                                                         | вытяжка | приток                                                                            | вытяжка |
| Групповая, раздевальная 2-й группы раннего возраста и 1-й младшей группы | 23                                    | 22                                                                  | 21                        | 2,5                                                            | 1,5     | —                                                                                 | 1,5     |
| Групповые, раздевальные: 2-й младшей группы,                             | 22                                    | 21                                                                  | 20                        | 2,5                                                            | 1,5     | —                                                                                 | 1,5     |
| средней и старшей групп                                                  | 21                                    | 20                                                                  | 19                        | 2,5                                                            | 1,5     | —                                                                                 | 1,5     |
| Спальни: ясельных групп                                                  | 22                                    | 21 (22)                                                             | 20                        | 2,5                                                            | 1,5     | —                                                                                 | 1,5     |
| дошкольных групп                                                         | 20                                    | 19 (20)                                                             | 18                        | 2,5                                                            | 1,5     | —                                                                                 | 1,5     |
| Туалетные: ясельных групп                                                | 23                                    | 22                                                                  | 21                        | —                                                              | 1,5     | —                                                                                 | 1,5     |
| дошкольных групп                                                         | 21                                    | 20                                                                  | 19                        | —                                                              | 1,5     | —                                                                                 | 1,5     |
| Буфетные                                                                 | 16                                    | 16                                                                  | 16                        | —                                                              | 1,5     | —                                                                                 | 1,5     |
| Залы для музыкальных и гимнастических занятий                            | 20                                    | 19                                                                  | 18                        | 2,5                                                            | 1,5     | —                                                                                 | 1,5     |
| Прогулочные веранды                                                      | 12                                    | —                                                                   | —                         | По расчету, но не менее 20 м <sup>3</sup> /ч на одного ребенка |         |                                                                                   |         |
| Медицинские помещения                                                    | 22                                    | 22                                                                  | 22                        | —                                                              | 1       | —                                                                                 | 1       |
| Служебно-бытовые помещения                                               | 18                                    | 18                                                                  | 18                        | —                                                              | 1       | —                                                                                 | 1       |
| Кухня                                                                    | 15                                    | 15                                                                  | 15                        | по расчету                                                     |         |                                                                                   |         |
| Стиральная                                                               | 18                                    | 18                                                                  | 18                        | 5                                                              | 5       | 5                                                                                 | 5       |
| Гладильная                                                               | 16                                    | 16                                                                  | 18                        | 5                                                              | 5       | 5                                                                                 | 5       |
| Физиотерапевтический кабинет                                             | 28                                    | 28                                                                  | 28                        | —                                                              | 1,5     | —                                                                                 | 1,5     |
| Кабинет массажа                                                          | 28                                    | 28                                                                  | 28                        | —                                                              | 1,5     | —                                                                                 | 1,5     |
| Душевая бассейна                                                         | 28                                    | 28                                                                  | 28                        | —                                                              | 5       | —                                                                                 | 5       |
| Раздевальная бассейна                                                    | 28                                    | 28                                                                  | 28                        | —                                                              | 5       | —                                                                                 | 5       |

Примечание. В скобках дана температура по МГСН 4.07-96. Расчетную температуру воздуха в помещениях пребывания детей оздоровительных или компенсирующих групповых ячеек следует принимать на 1 °С выше указанной в таблице, но не более 23 °С.



ной с нижней разводкой при расчетных температурах теплоносителя 95—70 °С.

В помещениях основного пребывания детей из отопительных приборов могут применяться радиаторы и конвекторы. Установка защитных экранов, изготовленных из асбоцементных листов или древесно-стружечных плит, не допускается. Отопительные приборы, имеющие острые кромки, должны быть защищены съемными деревянными решетками, позволяющими производить регулярную чистку прибора.

При установке радиаторов в подоконном пространстве групповых помещений дошкольных учреждений расстояние от низа прибора до пола должно быть не менее 50 мм.

Обогреваемые полы следует предусматривать на первом этаже в помещениях групповых всех типов детских дошкольных учреждений, а также в спальнях и раздевалках в учреждениях для детей с нарушениями опорно-двигательного аппарата. При этом средняя температура поверхности пола не должна превышать 23 °С.

В тепловых пунктах дошкольных учреждений следует предусматривать автоматическое регулирование температуры воды, подаваемой в систему отопления, в зависимости от температуры наружного воздуха и автоматическое поддержание постоянного перепада давления для циркуляции в системе отопления.

Для подогрева наружного воздуха, подаваемого в помещения стиральной, гладильной, могут применяться приточные шкафы с использованием калориферов, конвекторов или радиаторов в качестве нагревательных элементов. Для стиральных, не оборудованных сушильными барабанами, подогрев поступающего воздуха допускается обеспечивать за счет поверхности отопительных приборов.

Для временного обогрева летних помещений (остекленные веранды и т.п.), не подключенных к источнику теплоснабжения, допускается использование маслонаполненных электроотопительных радиаторов при условии соответствия этих приборов всем требованиям электробезопасности.

Численность детей в помещениях для расчета воздухообмена и тепlopоступлений следует принимать по технологическому заданию, а для ориентировочных расчетов — исходя из нормы площади на одного ребенка:

- в помещениях групповых с зоной отдыха
  - для ясельных групп — 4,3 м<sup>2</sup>,
  - для групп детей 3—7 лет — 4,0 м<sup>2</sup>,
  - для специализированных дошкольных учреждений — 5,7 м<sup>2</sup>;
- в помещениях групповых 3,0—4,16 м<sup>2</sup>;
- в спальнях 2,4—3,0 м<sup>2</sup>;
- в классах для занятий 2,0—3,0 м<sup>2</sup>;
- в столовой-игровой — 3,0 м<sup>2</sup>;
- в буфетной
  - для обычных ясель и детских садов — 0,15 м<sup>2</sup>,
  - для специализированных — 0,2 м<sup>2</sup>.

Самостоятельные вытяжные системы следует проектировать от комплекса пищеблока, стиральной, гладильной.

Для медицинских помещений необходимо проектировать обособленные вытяжные каналы.

Удаление воздуха из помещений спален детских дошкольных учреждений, имеющих сквозное или угловое проветривание, допускается предусматривать через групповые помещения.

Вытяжные воздуховоды, идущие из пищеблоков, не должны проходить через групповые и спальные помещения.

В помещениях стиральной и гладильной проектируется, как правило, механическая приточно-вытяжная вентиляция.

В туалетных помещениях групп детей 3—7 лет вытяжку воздуха следует предусматривать из уборной. В туалетных, проектируемых без естественного освещения, кратность вытяжки должна быть не менее 3, при этом для периодического увеличения кратности воздухообмена в каждом вытяжном канале следует устанавливать малогабаритный вентилятор.

В служебно-бытовых помещениях, имеющих окна с фрамугами, форточками, или окна поворотные вокруг горизонтальной оси допускается не проектировать вытяжные каналы естественной вентиляции.

## Глава 17. Помещения видеодисплейных терминалов и персональных вычислительных машин

В нежилых этажах жилых зданий могут располагаться встроенные или встроенно-пристроенные помещения видеодисплейных терминалов (ВДТ) и персональных вычислительных машин (ПЭВМ). Здесь могут также находиться серверные и другие помещения каких-либо учреждений: залы ЭВМ, помещения внешних запоминающих устройств, графопостроителей, сервисной аппаратуры, подготовки данных, архивов машинных носителей, обработки дисков.

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха в таких помещениях следует проектировать в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91\*, 1997г., а также СанПиН 2.2.2.542-96, 1996г.

В помещениях ВДТ и ПЭВМ с односменным или двухсменным режимом работы следует проектировать центральное водяное отопление в сочетании с воздушным отоплением, совмещенным с приточной вентиляцией или кондиционированием воздуха.

В производственных помещениях, в которых работа на ВДТ и ПЭВМ является основной (диспетчерские, операторские, расчетные, залы вычислительной техники и др.), должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата, приведенные в табл. 17.1.

Оптимальные параметры микроклимата в помещениях ВДТ и ПЭВМ дошкольных, средних специальных и высших учебных заведений приведены в табл. 17.2.

Таблица 17.1

**Оптимальные параметры микроклимата в обслуживаемой зоне помещений ВДТ и ПЭВМ по СанПиН 2.2.2.542-96**

| Период года | Категория работ | Температура воздуха, °С | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|-----------------|-------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Холодный    | Легкая 1а       | 22—24                   | 40—60                              | 0,1                            |
|             | Легкая 1б       | 21—23                   | 40—60                              | 0,1                            |
| Теплый      | Легкая 1а       | 23—25                   | 40—60                              | 0,1                            |
|             | Легкая 1б       | 22—24                   | 40—60                              | 0,2                            |

Примечания:

1. К категории 1а относятся работы, выполняемые сидя и не требующие физического напряжения, при которых расход энергии составляет до 120 ккал/ч (140 Вт);
2. К категории 1б относятся работы, выполняемые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением, при которых расход энергии составляет от 120 ккал/ч (140 Вт) до 150 ккал/ч (175 Вт).

Таблица 17.2

**Оптимальные и допустимые параметры микроклимата в обслуживаемой зоне помещений ВДТ и ПЭВМ во всех учебных и дошкольных учреждениях по СанПиН 2.2.2.542-96**

| Оптимальные параметры |                            | Допустимые параметры |                            |
|-----------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|
| Температура °С        | Относительная влажность, % | Температура °С       | Относительная влажность, % |
| 19                    | 62                         | 18                   | 39                         |
| 20                    | 58                         | 22                   | 31                         |
| 21                    | 55                         | —                    | —                          |

Примечание. Скорость движения воздуха не более 0,1 м/с.

Для расчета тепловыделений и влаговыделений от людей выполняемая ими работа относится к категории легкой. Норма площади на одно рабочее место с ВДТ или ПЭВМ принимается:

- для взрослых пользователей не менее  $6 \text{ м}^2$  при расчетном объеме не менее  $20 \text{ м}^3$ ;
- для учебных и дошкольных учреждений (аудитории вычислительной техники, дисплейные классы, кабинеты и др.) не менее  $6 \text{ м}^2$  при расчетном объеме не менее  $24 \text{ м}^3$ .

Тепловыделения от оборудования принимаются в соответствии с технологическим заданием, а при отсутствии данных — 300 Вт от одной ПЭВМ.

На поверхности остекления световых проемов не допускается образования конденсата.

В помещениях ВДТ и ПЭВМ должна обеспечиваться возможность отключения системы отопления. В этих помещениях не допускается применение разъемных соединений, установка запорной и регулирующей арматуры на трубопроводах системы отопления.

Температура на поверхности отопительных приборов в помещениях ВДТ и ПЭВМ не должна превышать  $95^\circ\text{C}$ ; отопительные приборы выбираются с гладкой, легко очищаемой поверхностью.

Для помещений ВДТ и ПЭВМ следует предусматривать автономную систему кондиционирования воздуха. Система кондиционирования проектируется с рециркуляцией внутреннего воздуха. Расход свежего наружного воздуха принимается из расчета  $60 \text{ м}^3/\text{ч}$  на одного работающего, при этом должен обеспечиваться воздухообмен не менее двукратного. В помещениях ВДТ и ПЭВМ поддерживается подпор, равный 10 Па (1 мм вод. ст.).

Система кондиционирования воздуха, обслуживающая помещения ВДТ и ПЭВМ, может быть центральной, местной или комбинированной. Выбор системы зависит от объемно-планировочных решений, условий размещения вентиляционного оборудования, наличия источников тепло- и холодоснабжения, стоимостных и эксплуатационных показателей.

Наиболее распространенным решением является установка центральной системы кондиционирования для относительно больших залов с ВДТ и ПЭВМ. При необходимости кондиционировать несколько небольших помещений с ПЭВМ применяют сплит-системы в сочетании с системой приточной вентиляции, а при наличии источника холода — с центральной системой

кондиционирования воздуха, обслуживающей эти помещения. Для каждого помещения могут применяться и автономные кондиционеры, работающие на смеси наружного и рециркуляционного воздуха, однако это неудобно из-за необходимости размещения кондиционера в обслуживаемом помещении или в непосредственной близости от него. Фан-койлы в залах ПЭВМ, как правило, не устанавливают, так как при этом практически невозможно обойтись без запорной и регулирующей арматуры на трубопроводах с водой.

Рабочие комнаты, кабинеты и другие помещения в различных учреждениях, в которых имеются ПЭВМ, вентилируются в соответствии с рекомендациями по проектированию вентиляции для административных и им подобных помещений (гл. 21). При этом в некоторых помещениях, насыщенных электронной техникой (серверные и т.п.), имеющих тепловыделения значительно большие чем в других рабочих комнатах, дополнительно устанавливают сплит-системы, наряду с предусмотренной проектом для нейтрализации теплоизбытков системой с местными вентиляторными водяными теплообменниками — фан-койлами.

В центральных системах вентиляции и кондиционирования воздуха должна обеспечиваться двухступенчатая очистка воздуха: предварительная в фильтрах EU4—EU5 и тонкая в фильтрах EU9—EU10. Применение масляных фильтров не допускается. На участке от фильтров тонкой очистки до обслуживаемого помещения воздуховоды должны быть герметичными и изготовлены из материала, стойкого к истиранию (чаще из нержавеющей стали). В проекте необходимо предусмотреть возможность очистки воздуховодов и вентиляционного оборудования от пыли. Удобно проводить эти работы, если фильтр тонкой очистки размещен непосредственно перед воздухо-распределителем.

Во избежание засоления узлов ВДТ и ПЭВМ увлажнение воздуха в центральных установках осуществляется преимущественно с помощью пароувлажнителей.

Помещения ВДТ и ПЭВМ перед началом занятий, перед каждым академическим часом и после него в дошкольном или учебном учреждении должны проветриваться для улучшения качественного состава и аэроионного режима воздуха.

Системы кондиционирования воздуха должны оснащаться устройствами автоматического регули-

рования, контроля, блокировки и дистанционного управления со световой сигнализацией.

Схемы организации воздухообмена в залах ВДТ и ПЭВМ:

- «сверху вверх» — при тепловой нагрузке, включая поступление тепла через ограждающие конструкции помещения, не превышающей  $400 \text{ Вт/м}^2$  площади пола;
- «снизу вверх» или комбинированная (с удалением 30–40 % воздуха снизу и 70–60 % сверху) — при тепловой нагрузке, превышающей  $400 \text{ Вт/м}^2$  площади пола.

Подача воздуха снизу осуществляется через перфорированный фальшпол или с помощью воздухо-распределителей вытесняющей вентиляции, установленных на полу.

Вытяжные отверстия желательно размещать над оборудованием, выделяющим тепло.

В устройствах воздухо-распределения и воздухо-

удаления должны устанавливаться регуляторы расхода воздуха. Можно также применять устройства количественного регулирования воздушного потока, устанавливая их в ответвлениях воздухопроводов от магистралей на расстоянии 3–4 диаметров воздухопроводов от вентиляционных решеток.

В помещениях ВДТ и ПЭВМ не допускается прокладка транзитных трубопроводов, не относящихся к обслуживанию данного помещения.

Аварийная противодымная вентиляция должна быть выполнена в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91\*, 1998 г.

В случае пожара, после ликвидации возгорания установками газового пожаротушения аварийная противодымная вентиляция, в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91\*, 1997 г., должна обеспечить вытяжку вредных газов и дыма из нижней и верхней зон помещения в соотношении 2:1.



## Глава 18. Учреждения здравоохранения

В соответствии со СНиП 2.08.01-89\* и МГСН 3.01-01 во встроенных и встроенно-пристроенных в жилые здания помещениях могут располагаться следующие учреждения здравоохранения: поликлиники площадью до 1300 м<sup>2</sup>, микрополиклиники площадью до 600 м<sup>2</sup>, кабинеты для приема (при квартире) площадью до 144 м<sup>2</sup>, стоматологические поликлиники площадью до 800 м<sup>2</sup>, женские консультации (встроенные) площадью до 300 м<sup>2</sup>, аптеки площадью до 1500 м<sup>2</sup>, оздоровительные центры площадью до 600 м<sup>2</sup>, раздаточные пункты молочной кухни (встроенные) площадью до 100 м<sup>2</sup>, центры медико-социальной реабилитации инвалидов площадью до 1200 м<sup>2</sup>.

Проектирование систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха во встроенных, встроенно-пристроенных помещениях здравоохранения производится в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91\*, СНиП 2.08.02-89\*, пособия по

проектированию учреждений здравоохранения к СНиП 2.08.02-89\*, а также с учетом ведомственных нормативных документов Гипроздора.

Отопление встроенных и встроенно-пристроенных помещений учреждений здравоохранения (за исключением кабинетов приема) должно проектироваться в виде самостоятельной, как правило центральной водяной системы, не связанной с системой отопления жилой части здания.

Системы вентиляции встроенных, встроенно-пристроенных в жилые здания учреждений здравоохранения должны быть также самостоятельными, изолированными от систем вентиляции жилой части здания.

При этом системы отопления и вентиляции этих учреждений должны оборудоваться приборами контроля и учета расходуемых энергоресурсов и воды.

Расчетная температура в помещениях принимается в соответствии с указанными выше СНиПами по табл. 18.1.

Таблица 18.1

Расчетная температура, кратность воздухообмена, категория по чистоте помещений

| № п/п | Наименование помещений                                        | Температура, °С | Кратность воздухообмена |         | Категория по чистоте помещений        | Кратность вытяжки при естественном воздухообмене |
|-------|---------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|
|       |                                                               |                 | приток                  | вытяжка |                                       |                                                  |
| 1     | <b>ПОЛИКЛИНИКА:</b><br>Кабинеты врачей, комнаты персонала     | 20              | Из коридора             | 1       | Ч                                     | 1                                                |
| 2     | Кабинеты процедурные, физиотерапевтические, флюорографические | 20              | 3                       | 4       | Г                                     | Не допускается                                   |
| 3     | Кабинеты для раздевания при рентгенодиагностических кабинетах | 20              | 3                       | —       | Ч                                     | Не допускается                                   |
| 4     | Процедурные для рентгеновских снимков зубов, фотолаборатория  | 18              | 3                       | 4       | Г                                     | Не допускается                                   |
| 5     | Лаборатории и помещения для производства анализов             | 18              | —                       | 3       | См. табл. 3 пособия к СНиП 2.08.02-89 | 2                                                |

Продолжение табл. 18.1

| № п/п | Наименование помещений                                                                                                                                 | Температура, °С | Кратность воздухообмена                            |         | Категория по чистоте помещений | Кратность вытяжки при естественном воздухообмене |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------|---------|--------------------------------|--------------------------------------------------|
|       |                                                                                                                                                        |                 | приток                                             | вытяжка |                                |                                                  |
| 6     | Залы лечебной физкультуры                                                                                                                              | 18              | 50 м <sup>3</sup> /ч на одного занимающегося (80%) | 100 %   | Г                              | —                                                |
| 7     | Кабинеты функциональной диагностики                                                                                                                    | 22              | —                                                  | 3       | Г                              | 2                                                |
| 8     | Кабинеты лечебной физкультуры, зубо врачебные кабинеты                                                                                                 | 20              | 2                                                  | 3       | Г                              | 2                                                |
| 9     | Регистратуры, справочные, вестибюли, гардеробные, медицинские архивы                                                                                   | 18              | —                                                  | 1       | Г                              | 1                                                |
| 10    | Кабинеты микроволновой терапии, ультравысокочастотной терапии, аэроионотерапии, теплотечения, лечения ультразвуком                                     | 20              | 4                                                  | 5       | Г                              | Не допускается                                   |
| 11    | Кабинет врача-инфекциониста: помещение ректороманоскопии клизменная                                                                                    | 22              | —                                                  | 3       | Г                              | 2                                                |
|       |                                                                                                                                                        | 20              | —                                                  | 5       | Г                              | 2                                                |
| 12    | Процедурные внутримышечных и внутривенных инъекций                                                                                                     | 22              | 2                                                  | 2       | Ч                              | 2                                                |
| 13    | Хирургическое отделение: операционная хирургическая со шлюзом для переодевания больных перевязочная чистая перевязочная гнойная комната хранения гипса | 22              | 10                                                 | 5       | Ч                              | 1                                                |
|       |                                                                                                                                                        | 22              | 2                                                  | 2       | Ч                              | 2                                                |
|       |                                                                                                                                                        | 22              | 2                                                  | 2       | Г                              | 2                                                |
|       |                                                                                                                                                        | 18              | —                                                  | 1       | Г                              | 1                                                |
|       |                                                                                                                                                        |                 |                                                    |         |                                |                                                  |
| 14    | Малая операционная (при различных отделениях)                                                                                                          | 22              | 10                                                 | 5       | Ч                              | 1                                                |
| 15    | Предоперационная                                                                                                                                       | 22              | 2                                                  | 2       | Ч                              | 2                                                |
| 16    | Стерилизационная: асептическая септическая                                                                                                             | 18              | 3                                                  | —       | Ч                              | 2                                                |
|       |                                                                                                                                                        | 18              | —                                                  | 3       | Г                              | 2                                                |
| 17    | Комната временного пребывания больных после операции                                                                                                   | 22              | 80 м <sup>3</sup> /ч на койку                      | 1       | Ч                              | —                                                |
| 18    | Помещение дегельминтизации                                                                                                                             | 20              | 2                                                  | 3       | Г                              | 2                                                |

Продолжение табл. 18.1

| № п/п                                   | Наименование помещений                                                                                                                                                      | Температура, °С | Кратность воздухообмена |                                                            | Категория по числоте помещений | Кратность вытяжки при естественном воздухообмене |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------|
|                                         |                                                                                                                                                                             |                 | приток                  | вытяжка                                                    |                                |                                                  |
| 19                                      | Кладовая чистого белья                                                                                                                                                      | 18              | —                       | 1                                                          | Ч                              | 1                                                |
| 20                                      | Кладовая грязного белья                                                                                                                                                     | 18              | —                       | 5                                                          | Г                              | 3                                                |
| 21                                      | Кабинет для прививок                                                                                                                                                        | 22              | 2                       | 2                                                          | Ч                              | 2                                                |
| 22                                      | Санузлы                                                                                                                                                                     | 20              | —                       | 50 м <sup>3</sup> на унитаз и 20 м <sup>3</sup> на писсуар | Г                              | 3                                                |
| 23                                      | Умывальные комнаты                                                                                                                                                          | 20              | —                       | 3                                                          | Г                              | 3                                                |
| <b>ХОЗРАСЧЕТНАЯ АПТЕКА ОБЩЕГО ТИПА:</b> |                                                                                                                                                                             |                 |                         |                                                            |                                |                                                  |
| 1                                       | Залы обслуживания населения:                                                                                                                                                |                 |                         |                                                            |                                |                                                  |
|                                         | зона обслуживания населения                                                                                                                                                 | 16              | 3                       | 4                                                          | Г                              | 3                                                |
|                                         | зона размещения оборудования рабочих мест аптечного персонала                                                                                                               | 18              | 2                       | 1                                                          | Ч                              | 1                                                |
|                                         | комната обслуживания населения в ночное время                                                                                                                               | 18              | 2                       | 1                                                          | Ч                              | 1                                                |
| 2                                       | Рабочие, экспедиционные помещения, рецептурная                                                                                                                              | 18              | 2                       | 1                                                          | Ч                              | 1                                                |
| 3                                       | Производственные помещения:                                                                                                                                                 |                 |                         |                                                            |                                |                                                  |
|                                         | ассистентская, дефекторская, проходной шлюз, заготовочная, фасовочная, закаточная, контрольно-маркировочная, стерилизационно-автоклавная, стерилизационная, дистилляционная | 18              | 4                       | 2                                                          | Ч                              | 1                                                |
|                                         | расфасовочная, контрольно-аналитический кабинет, моечная, стерилизационная растворов, дистилляционно-стерилизационное помещение, кокторий, распаковочная                    | 18              | 2                       | 3                                                          | Г                              | 1                                                |
| 4                                       | Помещения для приготовления лекарственных форм в асептических условиях:                                                                                                     |                 |                         |                                                            |                                |                                                  |
|                                         | ассистентско-асептическая со шлюзом, фасовочная со шлюзом, закаточная и контрольно-маркировочная,                                                                           |                 |                         |                                                            |                                |                                                  |

Продолжение табл. 18.1

| № п/п                             | Наименование помещений                                                                                 | Температура, °С | Кратность воздухообмена     |                                    | Категория по чистоте помещений | Кратность вытяжки при естественном воздухообмене |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------|
|                                   |                                                                                                        |                 | приток                      | вытяжка                            |                                |                                                  |
| 5                                 | стерилизационная лекарственных форм.                                                                   | 18              | 4                           | 2                                  | ОЧ                             | Не допускается                                   |
|                                   | Помещения хранения:                                                                                    |                 |                             |                                    |                                |                                                  |
|                                   | ■ лекарственных веществ, готовых лекарственных препаратов, перевязочных средств                        | 18              | 2                           | 3                                  | Г                              | 1                                                |
|                                   | ■ лекарственного растительного сырья                                                                   | 18              | 3                           | 4                                  | Г                              | 3                                                |
|                                   | ■ минеральных вод, чистой посуды, тары, очков, вспомогательных материалов                              | 18              | —                           | 1                                  | Г                              | 1                                                |
|                                   | ■ ядовитых препаратов и наркотиков                                                                     | 18              | —                           | 3                                  | Г                              | 3                                                |
|                                   | ■ легковоспламеняющихся и горючих жидкостей                                                            | 18              | —                           | 10                                 | Г                              | 5                                                |
|                                   | ■ дезинфицирующих средств и кислот, дезинфекционная со шлюзом                                          | 18              | —                           | 5                                  | Г                              | 3                                                |
| 6                                 | Административно-бытовые помещения                                                                      | 18              | 1                           | 1                                  | Ч                              | 1                                                |
| 7                                 | Машинное отделение холодильной установки                                                               | 4               | —                           | 3                                  | Г                              | 3                                                |
| 8                                 | Электрощитовая                                                                                         | 15              | —                           | 1                                  | —                              | 1                                                |
| <b>МОЛОЧНО-РАЗДАТОЧНЫЙ ПУНКТ:</b> |                                                                                                        |                 |                             |                                    |                                |                                                  |
| 1                                 | Вестибюль-ожидальная                                                                                   | 18              | —                           | 1                                  | Г                              | 1                                                |
| 2                                 | Помещения приема и хранения посуды                                                                     | 12              | 4                           | 6                                  | Г                              | 1                                                |
| 3                                 | Раздаточная                                                                                            | 16              | 2                           | 2                                  | Ч                              | 1                                                |
| 4                                 | Холодильная камера для хранения готовой продукции                                                      | 2               | Периодическое проветривание |                                    |                                |                                                  |
| 5                                 | Касса                                                                                                  | 18              | —                           | 1                                  | Ч                              | 1                                                |
| 6                                 | Материальная кладовая                                                                                  | 12              | —                           | 1                                  | Г                              | Не допускается                                   |
| 7                                 | Кладовая дезинфицирующих растворов, кладовая уборочного инвентаря с поливочным краном, трапом и сушкой | 16              | —                           | 5                                  | Г                              | 3                                                |
| 8                                 | Уборная для персонала                                                                                  | 20              | —                           | 50 м³ на унитаз и 20 м³ на писсуар | Г                              | 3                                                |
| 9                                 | Комната для персонала                                                                                  | 20              | —                           | 1                                  | Ч                              | 1                                                |



Продолжение табл. 18.1

| № п/п                 | Наименование помещений                                                              | Температура, °С | Кратность воздухообмена   |                           | Категория по чистоте помещений | Кратность вытяжки при естественном воздухообмене |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------|
|                       |                                                                                     |                 | приток                    | вытяжка                   |                                |                                                  |
| ЖЕНСКАЯ КОНСУЛЬТАЦИЯ: |                                                                                     |                 |                           |                           |                                |                                                  |
| 1                     | Вестибюль, гардеробная для посетителей, регистра- тура, ожидальные                  | 18              | —                         | 1                         | Г                              | 1                                                |
| 2                     | Кабинет для взятия проб крови                                                       | 18              | —                         | 3                         | Ч                              | 1                                                |
| 3                     | Кабинет врача-акушера- гинеколога с двумя каби- нами для раздевания                 | 20              | Из кори- дора             | 1                         | Ч                              | 1                                                |
| 4                     | Процедурный кабинет с гинекологическим креслом, с двумя кабинетами для раздевания   | 25              | 4                         | 5                         | Г                              | 2                                                |
| 5                     | Процедурная для внутривенных вливаний, внутримышечных инъекций                      | 22              | 2                         | 2                         | Ч                              | 2                                                |
| 6                     | Малая операционная:                                                                 | 22              | 10                        | 5                         | ОЧ                             | Не допускается                                   |
|                       | операционная                                                                        | 22              | 10                        | 5                         | ОЧ                             | Не допускается                                   |
|                       | предоперационная шлюз при входе в опера- ционную                                    | 22              | По балансу                | По балансу                | ОЧ                             | Не допускается                                   |
| 7                     | Комната временного пребывания после операции (с санузлом)                           | 22              | 10                        | 10                        | ОЧ                             | Не допускается                                   |
| 8                     | Кабинет терапевта, стоматолога                                                      | 20              | —                         | 1                         | Ч                              | 1                                                |
| 9                     | Кабинеты специализированного акушерско-гинекологичес- кого приема:                  |                 |                           |                           |                                |                                                  |
|                       | врача-гинеколога-эндокри- нолога                                                    | 22              | 2                         | 2                         | Ч                              | 2                                                |
|                       | профилактики и лечения невынашивания беремен- ности; кабинет для детей и подростков | 20              | —                         | 1                         | Ч                              | 1                                                |
| 10                    | Кабинет для физиопсихопрофи- лактической подготовки беременных к родам:             |                 |                           |                           |                                |                                                  |
|                       | зал для групповых занятий на 5—7 человек                                            | 20              | 20 м <sup>3</sup> на чел. | 20 м <sup>3</sup> на чел. | Ч                              | 1                                                |
|                       | раздевальная                                                                        | 20              | —                         | —                         | Г                              | 2                                                |
| 11                    | Комната для обучения уходу                                                          |                 |                           |                           |                                |                                                  |

Продолжение табл. 18.1

| № п/п | Наименование помещений                                                                                                                                    | Температура, °С | Кратность воздухообмена |         | Категория по чистоте помещений | Кратность вытяжки при естественном воздухообмене |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|---------|--------------------------------|--------------------------------------------------|
|       |                                                                                                                                                           |                 | приток                  | вытяжка |                                |                                                  |
| 12    | за новорожденными детьми                                                                                                                                  | 20              | 1                       | 1       | Ч                              | 1                                                |
|       | Кабинет препатальной диагностики:<br>ультразвукового сканирования, фоноэлектрокардиографии, кардиомониторного наблюдения, медико-генетического наблюдения | 22              | —                       | 3       | Г                              | 2                                                |
| 13    | Кабинет юрисконсульта                                                                                                                                     | 20              | 1                       | 1       | Ч                              | 2                                                |
| 1     | <b>СТОМАТОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИКЛИНИКА:</b>                                                                                                                     |                 |                         |         |                                |                                                  |
|       | Кабинеты:<br>заведующего отделением, старшей мед. сестры                                                                                                  | 20              | 2                       | 3       | Ч                              | 2                                                |
| 2     | врача-стоматолога терапевта                                                                                                                               | 20              | 2                       | 3       | Г                              | 2                                                |
|       | Помещение для приготовления амальгамы и стерилизации                                                                                                      | 20              | 2                       | 3       | Г                              | Не допускается                                   |
| 3     | Кабинеты парадонтолога, гидротерапии                                                                                                                      | 20              | 2                       | 3       | Г                              | 2                                                |
| 4     | Отделение хирургической стоматологии:                                                                                                                     |                 |                         |         |                                |                                                  |
|       | кабинет врача                                                                                                                                             | 20              | 2                       | 3       | Ч                              | 2                                                |
| 5     | предоперационная-стерилизационная                                                                                                                         | 20              | 2                       | 3       | ОЧ                             | 2                                                |
|       | операционная                                                                                                                                              | 20              | 2                       | —       | ОЧ                             | Не допускается                                   |
| 6     | комната анестезиолога                                                                                                                                     | 20              | 2                       | 3       | Ч                              | Не допускается                                   |
|       | комната временного пребывания больных после операции                                                                                                      | 20              | 2                       | 3       | Ч                              | 2                                                |
| 7     | Отделение ортопедической стоматологии:                                                                                                                    |                 |                         |         |                                |                                                  |
|       | кабинет врача                                                                                                                                             | 20              | 2                       | 3       | Г                              | 2                                                |
| 8     | стерилизационная                                                                                                                                          | 18              | —                       | 3       | Г                              | Не допускается                                   |
|       | зуботехническая лаборатория                                                                                                                               | 18              | 2                       | 3       | Г                              | Не допускается                                   |
| 9     | комната техников                                                                                                                                          | 18              | 2                       | 3       | Г                              | Не допускается                                   |
|       | полимеризационная                                                                                                                                         | 18              | 2                       | 3       | Г                              | Не допускается                                   |
| 10    | полировочная                                                                                                                                              | 18              | 2                       | 3       | Г                              | Не допускается                                   |
|       | паяльная                                                                                                                                                  | 18              | 2                       | 3       | Г                              | Не допускается                                   |
| 11    | гипсовочная                                                                                                                                               | 18              | 2                       | 3       | Г                              | Не допускается                                   |
|       | помещение для хранения материалов и гипса                                                                                                                 | 18              | 2                       | 3       | Г                              | Не допускается                                   |
| 12    | помещение для хранения протезов и моделей                                                                                                                 | 18              | 2                       | 3       | Г                              | Не допускается                                   |
|       | помещение лабораторной керамики и металлокера-                                                                                                            | 18              | 2                       | 3       | Г                              | Не допускается                                   |

Окончание табл. 18.1

| № п/п | Наименование помещений                     | Температура, °С | Кратность воздухообмена |         | Категория по чистоте помещений | Кратность вытяжки при естественном воздухообмене |
|-------|--------------------------------------------|-----------------|-------------------------|---------|--------------------------------|--------------------------------------------------|
|       |                                            |                 | приток                  | вытяжка |                                |                                                  |
|       | мики, помещение для обжига металлокерамики | 18              | 2                       | 3       | Г                              | Не допускается                                   |
|       | производство протезов из драгматериалов    | 18              | 2                       | 3       | Г                              | Не допускается                                   |
|       | литейная обычная                           | 18              | 2                       | 3       | Г                              | Не допускается                                   |
|       | литейная СВЧ                               | 18              | 2                       | 3       | Г                              | Не допускается                                   |
|       | кладовая кислот                            | 18              | —                       | 5       | Г                              | 3                                                |
|       | помещение мойки предметов                  | 18              | —                       | 5       | Г                              | 3                                                |
|       | ожидальная                                 | 18              | 2                       | 3       | Г                              | 2                                                |

**Примечание.** Помещения категории “Ч” (чистые помещения) — это помещения, в которых отсутствуют выделения резких запахов, влаговыведения, большие тепловыделения, микробные загрязнения и вредные вещества в концентрациях, превышающих ПДК. Помещения категории “ОЧ” (особо чистые) — это помещения, к которым предъявляются особые требования по обеспечению стерильности среды. Помещения категории “Г” (грязные) — это помещения, в которых присутствует хотя бы одна из вредностей, недопустимых для категорий “Ч” и “ОЧ”.

Проектирование воздушно-тепловых завес в аптеках может осуществляться по такому же принципу как и в предприятиях розничной торговли (магазинах), см. гл. 13 настоящего справочного пособия. При использовании новейшего лечебного и диагностического оборудования (приборов, аппаратов), требующего специального инженерного обеспечения помещений, следует руководствоваться техническими паспортами и инструкциями по установке и эксплуатации этого оборудования.

При проектировании помещений учреждений здравоохранения необходимо также учитывать следующие требования к параметрам микроклимата:

1. Если на постоянных рабочих местах врачи и зубные техники находятся свыше 50 % рабочего времени или более 2 часов непрерывно, параметры микроклимата должны приниматься по табл. 18.2;

2. На местах временного пребывания работников (специальные помещения зуботехнической лаборатории) параметры микроклимата определяются по табл. 18.3;

3. В помещениях стоматологических поликлиник проектируются системы водяного отопления. Теплоносителем должна быть вода с температурой +95 °С. При проектировании систем отопления следует предусмотреть возможность пофасадного регулирования и отключения. В качестве нагревательных приборов устанавливаются радиато-

ры с гладкой поверхностью, допускающей мягкую очистку;

4. В основных помещениях зуботехнической лаборатории, кабинетах ортопедической стоматологии и операционных должно быть предусмотрено кондиционирование воздуха. В остальных помещениях поликлиники необходимо проектировать общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию с механическим побуждением.

5. Независимо от наличия общеобменной приточно-вытяжной вентиляции следует предусмотреть:

- легко открывающиеся фрамуги и форточки во всех помещениях;
- вытяжные шкафы с механической вытяжкой в терапевтических и ортопедических кабинетах, стерилизационных и паяльных;
- местные отсосы пыли на рабочих местах зубных техников в основных помещениях и у каждой полировальной машины в полировочных;
- вытяжные зонты в литейной над печью центрального литья, над газовой плитой в паяльной, над нагревательными приборами и рабочим столом в полимеризационной;
- для работы с амальгамой и полимерными материалами в кабинетах терапевтической и ортопедической стоматологии вытяжной шкаф с рабочим отверстием 30 × 60 см и скоростью движения вытяжного воздуха не менее 0,7 м/с.

Таблица 18.2

Параметры микроклимата в помещениях стоматологических поликлиник с постоянным пребыванием врачей

| Расчетный период года                                                            | Температура воздуха, $t_{в}$ , °C | Относительная влажность воздуха, $\phi_{в}$ , % | Подвижность воздуха, $v_{в}$ , м/с |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------|
| Холодный переходный (среднесуточная температура наружного воздуха -10 °C и ниже) | 18—23                             | 60—40                                           | 0,2                                |
| Теплый (среднесуточная температура наружного воздуха +10 °C и выше)              | 21—25                             | 60—40                                           | 0,2                                |

Таблица 18.3

Параметры микроклимата в помещениях стоматологических поликлиник с временным пребыванием врачей

| Расчетный период года | Температура воздуха, $t_{в}$ , °C | Относительная влажность воздуха, $\phi_{в}$ , % | Подвижность воздуха, $v_{в}$ , м/с |
|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------|
| Холодный, переходный  | 17—25                             | Не более 75                                     | 0,2—0,3                            |
| Теплый                | Не более 28                       | Не более 65                                     | 0,2—0,5                            |



## Глава 19. Физкультурно-оздоровительные учреждения

Встроенными или встроенно-пристроенными в жилые здания могут быть физкультурно-оздоровительные учреждения с небольшими залами для общефизической подготовки, ритмической гимнастики, занятий инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, занятий с использованием тренажеров.

Помещения спортивных залов по ГОСТ 30494-96 относятся к категории 4 (помещения для занятий подвижными видами спорта), помещения раздевалок относятся к категории 5 (помещения, в которых люди полураздеты), помещения вестибюлей, гардеробных, коридоров, лестниц, санузлов, кладовых относятся к категории 6 (помещения временного пребывания людей). Оптимальные и допустимые параметры микроклимата в обслуживаемой зоне помещений (при установленных расчетных параметрах наружного воздуха) по ГОСТ 30494-96 приведены в табл. 19.1.

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха следует проектировать в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91\*, 1997 г., СНиП 2.08.02-89\*, 1999 г. и справочного пособия к

СНиП 2.08.02-89\* «Проектирование спортивных залов, помещений для физкультурно-оздоровительных занятий и крытых катков с искусственным льдом».

Расчетная температура и кратность обмена воздуха в спортивных сооружениях принимается по табл. 19.2.

В теплый период года расчетная допустимая температура в помещениях физкультурно-оздоровительных учреждений принимается на 3 °С выше расчетной температуры наружного воздуха по параметрам А.

Подвижность воздуха в помещениях для занятий физкультурой не должна превышать:

- 0,3 м/с в спортивных залах для борьбы, настольного тенниса;
- 0,5 м/с в остальных спортивных залах.

Относительную влажность воздуха в спортивных залах рекомендуется обеспечивать в пределах 30–60%, имея в виду, что нижние пределы влажности относятся к холодному периоду года.

В помещениях, оборудованных клеедревянными конструкциями, необходимо постоянно поддерживать относительную влажность воздуха не ниже 45%, а температуру воздуха — не выше 35 °С.

Таблица 19.1

Оптимальные и допустимые параметры температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в физкультурно-оздоровительных учреждениях

| Период года | Категория помещений                      | Температура воздуха, °С |         | Результирующая температура, °С |         | Относительная влажность, % |                   | Скорость движения воздуха, м/с |                   |
|-------------|------------------------------------------|-------------------------|---------|--------------------------------|---------|----------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|
|             |                                          | оптим.                  | допуст. | оптим.                         | допуст. | оптим.                     | допуст., не более | оптим.                         | допуст., не более |
| Холодный    | категория 4                              | 17—19                   | 15—21   | 16—18                          | 14—20   | 45—30                      | 60                | 0,2                            | 0,3               |
|             | категория 5                              | 20—22                   | 20—24   | 19—21                          | 19—23   | 45—30                      | 60                | 0,15                           | 0,3               |
|             | категория 6                              | 16—18                   | 14—20   | 15—17                          | 13—19   | нн*                        | нн                | нн                             | нн                |
|             | Ванные, душевые                          | 24—26                   | 18—28   | 23—25                          | 17—27   | нн                         | нн                | 0,15                           | 0,2               |
| Теплый      | Помещения с постоянным пребыванием людей | 23—25                   | 18—28   | 22—24                          | 19—27   | 60—30                      | 65                | 0,3                            | 0,5               |

\* нн — не нормируется.

Таблица 19.2

## Расчетная температура в холодный период года и кратность воздухообмена в помещениях

| Наименование помещений                                                                                                                                  | Расчетная температура воздуха, °С | Расход или кратность воздухообмена в час                                               |                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                         |                                   | Приток                                                                                 | Вытяжка                                         |
| Спортивные залы без мест для зрителей (кроме залов художественной гимнастики)                                                                           | 15                                | По расчету, но не менее 80 м <sup>3</sup> /ч наружного воздуха на одного занимающегося |                                                 |
| Залы художественной гимнастики и хореографические классы                                                                                                | 18                                | По расчету, но не менее 80 м <sup>3</sup> /ч наружного воздуха на одного занимающегося |                                                 |
| Помещения индивидуальной силовой и акробатической подготовки, индивидуальной разминки перед соревнованиями                                              | 16                                | 2                                                                                      | 3                                               |
| Мастерские                                                                                                                                              | 16                                | 2                                                                                      | 3 (местные отсосы по заданию на проектирование) |
| Учебные классы, методические кабинеты, комнаты инструкторского и тренерского состава, судей, прессы, административного и инженерно-технического состава | 18                                | 3                                                                                      | 2                                               |
| Бытовые помещения рабочих, служащих охраны общественного порядка                                                                                        | 18                                | 2                                                                                      | 3                                               |
| Помещение пожарного поста                                                                                                                               | 18                                | —                                                                                      | 2                                               |
| Гардеробная верхней одежды для занимающихся                                                                                                             | 16                                | —                                                                                      | 2                                               |
| Раздевальная (в том числе при массажных)                                                                                                                | 25                                | По балансу с учетом душевых                                                            | 2 (через душевые)                               |
| Душевые                                                                                                                                                 | 25                                | 5                                                                                      | 10                                              |
| Массажные                                                                                                                                               | 22                                | 4                                                                                      | 5                                               |
| Санитарные узлы:                                                                                                                                        |                                   |                                                                                        |                                                 |
| общего пользования                                                                                                                                      | 16                                | —                                                                                      | 100 м <sup>3</sup> /ч на унитаз или писсуар     |
| для занимающихся (при раздевальных)                                                                                                                     | 20                                | —                                                                                      | 50 м <sup>3</sup> /ч на унитаз или писсуар      |
| индивидуального пользования                                                                                                                             | 16                                | —                                                                                      | 25 м <sup>3</sup> /ч на унитаз или писсуар      |
| Умывальные при санитарных узлах общего пользования                                                                                                      | 16                                | —                                                                                      | За счет санитарных узлов                        |
| Инвентарные при залах                                                                                                                                   | 15                                | —                                                                                      | 1                                               |
| Кладовые и складские помещения:                                                                                                                         |                                   |                                                                                        |                                                 |
| с постоянным пребыванием обслуживающего персонала;                                                                                                      | 16                                | —                                                                                      | 2                                               |
| с кратковременным пребыванием обслуживающего персонала                                                                                                  | 10                                | —                                                                                      | 1                                               |

Окончание табл. 19.2

| Наименование помещений                             | Расчетная температура воздуха, °С | Расход или кратность воздухообмена в час |         |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|---------|
|                                                    |                                   | Приток                                   | Вытяжка |
| Склады реагентов, хозяйственных химикатов и красок | 10                                | —                                        | 2       |
| Помещения для сушки спортивной одежды              | 22                                | 2                                        | 2       |

**Примечание:**

В помещениях, не указанных в таблице, температуру воздуха и кратность воздухообмена принимают по требованиям соответствующих норм.

В помещениях спортивных залов, залов художественной гимнастики, хореографических классов, индивидуальной силовой и акробатической подготовки, индивидуальной разминки перед соревнованиями, залов легкой атлетики на нерабочее время рекомендуется температуру воздуха снижать до 12 °С с последующим восстановлением нормируемой температуры к началу занятий.

Вид системы отопления (водяная, воздушная и т.д.) определяется технико-экономическим обоснованием.

При устройстве водяной системы отопления в спортивных залах допускается температура теплоносителя до 150 °С.

Чтобы избежать травм у людей, занимающихся физкультурой, в спортивных залах нагревательные приборы, трубопроводы и воздуховоды, другое отопительное и вентиляционное оборудование, устанавливаемое на стенах залов на высоте до 2 м от пола, не должно иметь выступов от внутренних плоскостей стен. Для выполнения этого требования рекомендуется закладка указанного оборудования в ниши. Кроме того, во избежание ожогов у занимающихся физкультурой нагревательные приборы и трубопроводы должны быть оснащены защитными экранами, решетками, или щитами.

Если устройство ниш невозможно, оборудование устанавливается на стенах, при этом высота указанных защитных приспособлений должна быть не менее 2 м.

В помещениях с влажным и мокрым режимом (ванные, душевые и раздевалки при них), где обычно находятся полуобнаженные или обнаженные люди, устройство ниш для размещения нагревательных приборов в наружных стенах не допускается. В этом случае для предотвращения ожогов у

людей нагревательные приборы и трубопроводы, установленные на стенах на высоте менее 2 м от пола, ограждаются кожухами или экранами. Во всех случаях конструкция защитных приспособлений не должна существенно снижать функциональные качества отопительных систем.

В помещениях физкультурно-оздоровительных учреждений применяются преимущественно системы центрального водяного отопления. Для помещений, в которых предусматривается снижение температуры в нерабочее время, система отопления рассчитывается на поддержание 12 °С, а нагрев помещений перед началом занятий до нормируемой температуры воздуха обеспечивается системой приточной вентиляции, которая в этом случае работает в режиме воздушного отопления с полной рециркуляцией воздуха. При соответствующем обосновании для помещений физкультурно-оздоровительных учреждений могут проектироваться системы только воздушного отопления с рециркуляцией приточного воздуха, при этом расход наружного воздуха должен соответствовать значениям, приведенным в табл. 19.2.

Самостоятельные системы приточной и вытяжной вентиляции следует предусматривать для следующих групп помещений:

- спортивных залов;
- душевых, раздевалок, массажных и помещений для отдыха занимающихся;
- служебных помещений для административного и инженерно-технического персонала, инструкторско-тренерского состава, бытовых помещений для рабочих;
- технических помещений (бойлерных, тепловых пунктов, машзалов вентиляции и др.).

В спортивных залах, имеющих объем, при котором на каждого из одновременно занимающихся

приходится не менее  $80 \text{ м}^3$  воздуха и не предусмотрены места для зрителей допускается проектировать естественную приточно-вытяжную вентиляцию при условии обеспечения ею однократного воздухообмена в час. Подача наружного воздуха при этом организуется через открывающиеся фрамуги в нижней (для теплого периода года) и в верхней (для холодного периода года) частях витражей.

Удаление воздуха из спортивных залов системами с естественным побуждением осуществляется через вытяжные шахты, устанавливаемые непосредственно на кровле зала. Вытяжные шахты оснащаются утепленными клапанами с электроподогревом и дистанционным управлением, а также поддонами для сбора и удаления конденсата. К клапанам и поддонам необходимо предусмотреть доступ для обслуживания. Размеры внутреннего сечения шахт определяются расчетом гравитационного и ветрового давления и подпора, создаваемого приточной системой вентиляции.

Если проектируется общая приточная система, обслуживающая и раздевальные (с душевыми при них) для занимающихся и другие помещения, в которых расчетная температура приточного воздуха ниже  $25^\circ\text{C}$ , то для приточного воздуха, подаваемого в раздевальные, устанавливается зональный подогреватель. Можно всю систему приточной вентиляции проектировать на температуру притока  $25^\circ\text{C}$ , а перегрев воздуха для помещений с нормируемой

температурой воздуха ниже  $25^\circ\text{C}$  компенсировать регулировкой отопительных приборов.

Баланс воздухообмена между душевыми и примыкающими к ним раздевальными с учетом компенсации приточного воздуха и перераспределения воздуха, удаляемого из душевых, рассчитывается на основании приведенных в табл. 19.2 нормативов кратности воздухообмена для указанных помещений.

Систему вытяжной вентиляции из санитарных узлов допускается объединять с системой вытяжной вентиляции из душевых.

Помещения приточных систем рекомендуется размещать в подвальных или цокольных этажах с таким расчетом, чтобы протяженность воздуховодов к обслуживаемым помещениям была минимальной. В исключительных случаях допускается размещение приточных систем вне основного здания (в отдельном или пристроенном помещении). При таком размещении приточного оборудования предусматриваются переходы, соединяющие технические помещения систем со встроенно-пристроенными помещениями физкультурно-оздоровительного учреждения.

В помещениях приточных систем допускается устройство вводов теплоносителя, бойлерных и водяных насосных.

Системы отопления и вентиляции физкультурно-оздоровительных учреждений должны быть оснащены приборами регулирования, контроля и учета расхода энергоносителей и воды.



## Глава 20. Кредитно-финансовые учреждения

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха проектируются в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91\*, 1997 г. и территориальных норм, например, МГСН 4.10-97, а для учреждений Центрального банка Российской Федерации — по ВНП 001-95. Требования, изложенные в указанных документах, в полной мере относятся к проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха для кредитно-финансовых учреждений, расположенных во встроенных и встроенно-пристроенных к жилым зданиям помещениях.

В помещениях кредитно-финансовых учреждений применяются системы водяного отопления. Для кладовых ценностей допускается только воздушное отопление, совмещенное с приточной вентиляцией или системой кондиционирования воздуха.

Расчетная температура воздуха в холодный период года в помещениях кредитно-финансового учреждения приведена в табл. 20.1.

В кладовой ценностей, в предкладовых и смотровых коридорах не допускается прокладка трубопроводов систем отопления. И только при размещении банков в реконструируемых зданиях, как исключение, допускается прокладка транзитных трубопроводов систем отопления в предкладовых и смотровых коридорах, при этом обязательны применение цельных сварных труб без фланцев, вентилей и т.п. и закладка каждого трубопровода в водонепроницаемый кожух.

В помещениях серверной, межбанковских электронных расчетов, устройств электропитания, вводно-кабельного оборудования, хранения носителей информации, электронной почты, криптозащиты не допускается наличия разъемных соединений, запорной и регулирующей арматуры на трубопроводах системы отопления.

В качестве дополнительного отопления может быть спроектирована воздушно-тепловая завеса при входе в операционно-кассовый зал. Расчетная нагрузка завесы должна предусматривать восполнение теплопотерь через наружные двери с учетом врывания наружного воздуха при открывании дверей. При

наличии рабочих мест вблизи входных дверей применение воздушно-тепловой завесы обязательно.

Нормативная кратность воздухообмена в помещениях приведена в табл. 20.1.

В учреждениях Центрального банка Российской Федерации для помещений средств вычислительной техники, а также для операционного и кассового залов при устройстве вентиляции с механическим побуждением следует предусматривать самостоятельные вытяжные системы. Для остальных помещений вытяжные системы komponуются на основе соответствующих норм.

Проектирование кондиционирования воздуха в кредитном учреждении в целом или в его отдельных помещениях выполняется в соответствии с проектным заданием, на основании которого определяется тип системы кондиционирования.

Для сокращения энергозатрат в помещениях, где воздухообмен должен определяться по расчету на ассимиляцию тепловлагоизбытков, поддержание внутреннего микроклимата достигается совместным действием двух систем кондиционирования воздуха: центральной и местной. Воздухообмен для ассимиляции теплоизбытков в таких помещениях практически всегда превышает санитарную норму наружного воздуха, а влаговыведения, как правило, незначительны. Таким образом основные усилия по обеспечению индивидуальных условий с учетом тепловлажностных воздействий, имеющих место в различные промежутки времени в отдельных помещениях, должны быть направлены на стабилизацию температуры в этих помещениях с помощью местных систем, тогда как нормируемая в широких пределах влажность внутреннего воздуха может обеспечиваться центральной установкой. Прямоточная центральная система подает санитарную норму наружного воздуха с влагосодержанием, необходимым для обеспечения нормативной влажности воздуха помещений. Теплоизбытки в холодный период года компенсируются с помощью терморегуляторов, установленных на каждом отопительном приборе водяной системы отопления, а в теплый период — местными рециркуляционными системами типа

Таблица

20.1

**Расчетная температура и кратность воздухообмена в помещениях кредитно-финансового учреждения по данным МГСН 4.10-97 и ВНП 001-95**

| Наименование помещений                                                                                                                   | Температура воздуха, °С | Кратность воздухообмена в час                                                       |                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|                                                                                                                                          |                         | приток                                                                              | вытяжка                                           |
| Операционный и кассовый залы                                                                                                             | 18                      | По расчету на ассимиляцию тепловлагоизбытков, но не менее двукратного воздухообмена |                                                   |
| Общие рабочие комнаты, кассы пересчета монет                                                                                             | 18                      | 2<br>но не менее 30 м <sup>3</sup>                                                  | 2<br>на человека                                  |
| Помещение для совещаний и переговоров                                                                                                    | 18                      | 3                                                                                   | 3                                                 |
| Касса пересчета банкнот                                                                                                                  | 18                      | 3 (2)                                                                               | 3 (2)                                             |
| Помещения средств вычислительной техники, вычислительный центр                                                                           | 18                      | По расчету на ассимиляцию тепловлагоизбытков                                        |                                                   |
| Помещение связи (телетайпная) и ксерокопирования                                                                                         | 18                      | 2,5                                                                                 | 2,5 (2)                                           |
| Кабинеты и приемные                                                                                                                      | 18                      | 1,5                                                                                 | 1,5                                               |
| Архив, кладовая бланков, кладовая оборудования и инвентаря, кладовая банковских материалов, помещение для хранения личных вещей кассиров | 18                      | —                                                                                   | 1,5                                               |
| Ремонтные мастерские                                                                                                                     | 18                      | 2                                                                                   | 2                                                 |
| Комната приема пищи, буфет                                                                                                               | 16                      | 3                                                                                   | 4                                                 |
| Помещение для хранения оружия, зарядания и чистки оружия                                                                                 | 16                      | —                                                                                   | 1 (2)                                             |
| Боксы для инкассаторских машин                                                                                                           | 8 (10)                  | По нормам проектирования гаражей-стоянок                                            |                                                   |
| Помещения охраны с пожарным постом                                                                                                       | 18                      | 1 (2)                                                                               | 1,5 (2)                                           |
| Помещения личной гигиены женщин                                                                                                          | 23                      | —                                                                                   | 5                                                 |
| Санитарные узлы                                                                                                                          | 16                      | —                                                                                   | 50 м <sup>3</sup> /ч на каждый унитаз или писсуар |
| Вестибюль                                                                                                                                | 16                      | 2                                                                                   | —                                                 |
| Гардеробные                                                                                                                              | 16                      | —                                                                                   | 2                                                 |
| Помещения для размещения источников бесперебойного электроснабжения                                                                      | 16                      | По расчету на ассимиляцию тепловлагоизбытков                                        |                                                   |

## Примечания:

1. В климатическом подрайоне 1А, в помещениях с постоянным пребыванием людей расчетную температуру внутреннего воздуха для холодного периода года необходимо увеличить на 2 °С;
2. При расчете воздухообмена в операционных и кассовых залах, в объеме которых находятся зоны для учетно-операционных работников, зоны кассовых кабин и зоны для клиентов, следует учитывать присутствие клиентов из расчета 3 человека на каждого обслуживающего работника;
3. Число работающих в кредитно-финансовом учреждении принимается по технологическому заданию; для ориентировочных расчетов можно принимать, исходя из нормы расчетной площади 8 м<sup>2</sup> на человека;
4. В скобках указаны величины по ВНП 001-95, отличающиеся от данных МГСН 4.10-97.

фан-койл или внутренними блоками сплит-систем.

Для дополнительной ассимиляции теплоизбытков температура приточного воздуха из центральной системы кондиционирования устанавливается на 2—3 °С ниже оптимальной температуры внутреннего воздуха. Ощутимый эффект такой установки температуры проявляется также в начале и в конце отопительного сезона, когда теплопотери, как правило, меньше тепловыделений. В помещениях, ориентированных на север, северо-восток или северо-запад теплопотери увеличены и при такой температуре приточного воздуха можно не применять дополнительную местную систему кондиционирования, так как дальнейшее снижение температуры приточного воздуха в системах, обеспечивающих микроклимат этих помещений может привести к их переохлаждению. В помещениях с большими тепловыделениями, например в серверной, в качестве местной обычно устанавливается самостоятельная сплит-система, что в данном случае эффективней включения этого помещения в группу других, обслуживаемых фан-койлами.

В местах выделения вредных газов (устройство для разогрева сургуча в предкладовой и др.) должны быть предусмотрены местные отсосы.

При количестве удаляемого воздуха из помещений, не превышающем 1,5-кратного воздухообмена в час, допускается подача приточного воздуха в прилегающие к этим помещениям коридоры и холлы.

Для кладовых ценностей и предкладовых следует проектировать самостоятельную систему вытяжной вентиляции. Вентиляция помещений производится периодически. Вентиляция кладовой ценностей осуществляется через вентиляционные «утки», которые изготавливаются из трубы диаметром до 100 мм и устанавливаются с уклоном от кладовой. «Утка» имеет выпуск в кладовую длиной 200 мм.

Приток воздуха в кладовую ценностей обеспечивается через предкладовую и смотровые коридоры, для чего вентиляционные «утки» закладываются с шагом 200 мм по горизонтали в верхней части общих с кладовой стен. При необходимости «утки» устанавливаются в несколько рядов по вертикали с шагом 400 мм.

Для удаления воздуха «утки» следует закладывать под потолком и у пола в стене, противоположной расположению приточных отверстий. Снаружи

торцы труб объединяются воздуховодом, который присоединяется к вытяжной вентиляционной системе.

Вентиляция помещений депозитария осуществляется от приточных и вытяжных систем, обслуживающих кладовые ценности. Приток и удаление воздуха производятся также через вентиляционные «утки».

Аварийная противодымная вентиляция проектируется в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91\*, ВСН 01-89, МГСН 4.04-94, МГСН 5.01-94, ВНПО01-95.

Вытяжную вентиляцию для удаления дыма при пожаре следует предусматривать из помещений кладовых ценностей с предкладовой и смотровыми коридорами, помещений кладовой вечерней кассы и кладовой для хранения ценностей клиентов, из кассового и операционного залов, из боксов погрузки-разгрузки инкассаторских машин, расположенных в подземном этаже.

Удаление газов и дыма после пожара из помещений, защищаемых установками газового пожаротушения, проектируется в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91\* и СНиП 2.04.09-84. В учреждениях Центрального банка Российской Федерации помещения, оснащенные системой газового пожаротушения, следует обеспечивать вытяжкой из нижней и верхней зон в соотношении 2:1.

Аварийную противодымную вентиляцию для кассового узла и бокса для инкассаторских машин следует выполнять автономной.

В проекте систем вентиляции помещений учреждений Центрального банка Российской Федерации, оборудованных средствами автоматического пожаротушения, необходимо предусмотреть:

- отключение вентиляции при срабатывании не менее двух датчиков пожаротушения;
- установку автоматизированных огнезадерживающих и герметизирующих заслонок и клапанов на воздуховодах;
- удаление дыма и газа после пожара из защищаемых помещений в объеме не менее трехкратного воздухообмена в час.

В системах аварийной противодымной вентиляции допускается применять только вентиляторы, выполненные на одном валу с двигателем, способные перемещать газы с температурой 600 °С в течение одного часа или с температурой 400 °С в течение двух часов.

Обычные вентиляторы допускается применять только совместно с устройствами, обеспечивающими снижение температуры перемещаемого газа до 80 °С.

Вентиляторы аварийной противодымной вентиляции должны размещаться обособлено от венти-

ляторов другого назначения в помещениях с пределом огнестойкости ограждающих конструкций не менее 0,75 часа. Двери в таких помещениях должны быть противопожарными с пределом огнестойкости не менее 0,5 ч и изготовлены в дымогазонепроницаемом исполнении.



## Глава 21. Административные учреждения

В помещениях административных учреждений, проектных и конструкторских организаций, общественных организаций, судебных и юридических учреждений, других организаций и учреждений следует обеспечивать оптимальные или допустимые нормы микроклимата в обслуживаемой зоне. В соответствии с классификацией помещений, предусмотренной ГОСТ 30494-96, помещения управлений, рабочие комнаты, служебные кабинеты, офисы, комнаты общественных организаций, конструкторские и проектные бюро, проектные кабинеты, переговорные, бухгалтерии, редколлегии, канцелярии, читальные залы архивов и библиотек, приемные при кабинетах, машинописные бюро, хранилища архивов и библиотек и т.п. относятся к помещениям категории 2 (помещения, в которых люди заняты умственным трудом, учебой). Помещения конференц-залов, залов заседаний, залов судебных заседаний относятся к помещениям категории 3а (помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя, без уличной одежды). Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в обслуживаемой зоне помещений (в установленных расчетных параметрах наружного воздуха) по ГОСТ 30494-96 приведены в табл. 21.1.

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха следует проектировать в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91\*, СНиП 2.08.02-89\* и СНиП 2.09.04-87\*.

Расчетная температура воздуха и кратность воздухообмена в помещениях в холодный период года приведены в табл. 21.2.

Параметры микроклимата в помещениях обеспечиваются естественной или механической приточно-вытяжной вентиляцией. Кондиционирование воздуха проектируется по заданию на проектирование или исходя из технико-экономических обоснований. Если в теплый период года в основных помещениях учреждения не может быть обеспечена температура воздуха ниже 28 °С (при расчетной по параметрам А температуре наружного воздуха), следует предусмотреть кондиционирование воздуха.

В помещениях учреждения в нерабочее время допускается некоторое отклонение параметров микроклимата от нормы, при условии обеспечения нормируемых параметров к началу рабочего дня.

Самостоятельные системы приточной вентиляции следует проектировать для конференц-залов, залов судебных заседаний, залов регистрации актов гражданского состояния. Для остальных помещений может проектироваться единая приточная система.

Таблица 21.1

Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в обслуживаемой зоне помещений

| Период года | Категория помещений                      | Температура воздуха, °С |         | Результирующая температура, °С |         | Относительная влажность, % |                   | Подвижность воздуха, м/с |                   |
|-------------|------------------------------------------|-------------------------|---------|--------------------------------|---------|----------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
|             |                                          | оптим.                  | допуст. | оптим.                         | допуст. | оптим.                     | допуст., не более | оптим.                   | допуст., не более |
| Холодный    | Категория 2                              | 19—21                   | 18—23   | 18—20                          | 17—22   | 45—30                      | 60                | 0,2                      | 0,3               |
|             | Категория 3а                             | 20—21                   | 19—23   | 19—20                          | 19—22   | 45—30                      | 60                | 0,2                      | 0,3               |
| Теплый      | Помещения с постоянным пребыванием людей | 23—25                   | 18—28   | 22—24                          | 19—27   | 60—30                      | 65                | 0,3                      | 0,5               |

Таблица 21.2

**Расчетная температура и кратность воздухообмена в помещениях по СНиП 2.09.04-87\***

| Наименование помещений                                                                                                                                                                                                                 | Расчетная температура воздуха, °С                                               | Расход или кратность воздухообмена в час     |                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                 | приток                                       | вытяжка                                                          |
| Помещения управлений, рабочие комнаты, служебные кабинеты, офисы, комнаты общественных организаций, конструкторские и проектные бюро, переговорные, бухгалтерии, редколлегии, канцелярии, читальные залы архивов и библиотек площадью: |                                                                                 |                                              |                                                                  |
| до 35 м <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                   | 18                                                                              | 1,5                                          | —                                                                |
| свыше 35 м <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                | 18                                                                              | По расчету на ассимиляцию тепловлагоизбытков |                                                                  |
| Приемные при кабинетах                                                                                                                                                                                                                 | 18                                                                              | 3                                            | 2,4                                                              |
| Конференц-залы и залы совещаний, залы судебных заседаний, залы регистрации актов гражданского состояния                                                                                                                                | 16                                                                              | По расчету на ассимиляцию тепловлагоизбытков |                                                                  |
| Машинописные бюро                                                                                                                                                                                                                      | 18                                                                              | 3                                            | 3                                                                |
| Хранилища архивов и библиотек                                                                                                                                                                                                          | 18                                                                              | —                                            | 2                                                                |
| Помещения копировально-множительных служб:                                                                                                                                                                                             |                                                                                 |                                              |                                                                  |
| отделение фотокопирования, электрографического копирования, микрофильмирования                                                                                                                                                         | 18                                                                              | 5                                            | 6                                                                |
| переплетно-брошюровочное отделение                                                                                                                                                                                                     | 18                                                                              | 3                                            | 3                                                                |
| Вестибюли                                                                                                                                                                                                                              | 16                                                                              | 2                                            | —                                                                |
| Отапливаемые переходы                                                                                                                                                                                                                  | Не более чем на 6 °С ниже расчетной температуры соединяемых переходом помещений | —                                            | —                                                                |
| Гардеробные уличной одежды (объем за барьером)                                                                                                                                                                                         | 16                                                                              | —                                            | 2                                                                |
| Курительные                                                                                                                                                                                                                            | 16                                                                              | —                                            | 10                                                               |
| Уборные                                                                                                                                                                                                                                | 16                                                                              | —                                            | 50 м <sup>3</sup> /ч на унитаз и 25 м <sup>3</sup> /ч на писсуар |
| Умывальные при уборных                                                                                                                                                                                                                 | 16                                                                              | —                                            | 1                                                                |
| Комнаты личной гигиены женщин                                                                                                                                                                                                          | 23                                                                              | —                                            | 5                                                                |
| Помещения обслуживающего персонала                                                                                                                                                                                                     | 18                                                                              | 2                                            | 3                                                                |
| Кладовые инвентаря, оборудования, бумаги, канцелярских принадлежностей                                                                                                                                                                 | 16                                                                              | —                                            | 1                                                                |
| Кладовые уборочного инвентаря                                                                                                                                                                                                          | 16                                                                              | —                                            | 1,5                                                              |
| Кладовая для химикатов (для копировально-множительных служб)                                                                                                                                                                           | 16                                                                              | —                                            | 5                                                                |

## Примечания:

1. В климатическом подрайоне 1А для помещений с постоянным пребыванием людей расчетную температуру внутреннего воздуха в холодный период года следует увеличивать на 2 °С;
2. В помещениях переплетных устанавливается местный отсос от каждой клееварки по заданию на проектирование;
3. В отделении электрографического копирования, фотокопирования, микрофильмирования необходим местный отсос от дуговых фонарей, сушильных устройств, аппаратов по сушке и гляцеванию фотоотпечатков по заданию на проектирование;
4. Объемы воздуха, удаляемого местными отсосами, следует компенсировать притоком воздуха, учитывая коэффициенты одновременности работы оборудования.

Самостоятельные вытяжные системы предусматриваются для следующих групп помещений: санитарных узлов и курительных; холлов и коридоров; фельдшерских и врачебных здравпунктов; проектных залов и служебных помещений, кабинетов площадью 35 м<sup>2</sup> и более; помещений копировально-множительных служб; аккумуляторных; кинопроеционных.

Приточный воздух подается непосредственно в помещения и при необходимости в коридор для возмещения расходов воздуха, удаляемого из тех помещений, в которые приток не предусмотрен или вытяжка превалирует над притоком. Удаление воздуха из рабочих комнат, служебных кабинетов и т.п. площадью менее 35 м<sup>2</sup> организуется за счет перетекания воздуха в коридор. Если площадь больше 35 м<sup>2</sup>, удаление воздуха производится непосредственно из помещения.

В учреждениях общей площадью до 100 м<sup>2</sup>, в которых размещено не более двух уборных, допускается естественный приток наружного воздуха через форточки окон. Подача приточного воздуха системами с механическим побуждением применяется для помещений без окон. Вытяжную вентиляцию с

естественным побуждением проектируют для общественных помещений, занимающих не более трех этажей, при условии, что они аэродинамически изолированы от жилой части здания (отгорожены, не имеют общих входов и лестничных клеток). Количество сотрудников при этом не должно превышать 300 человек. Для конференц-залов, залов совещаний, залов судебных заседаний и т. п. рекомендуются системы вытяжной вентиляции с естественным побуждением, при этом необходимо предусматривать мероприятия по предотвращению опрокидывания тяги.

Рециркуляция воздуха применяется только в помещениях, обслуживаемых самостоятельными системами. Для этих помещений воздухообмен определяется из условий ассимиляции тепловлагоизбытков. Централизованная рециркуляция воздуха для рабочих комнат, служебных кабинетов и т.п. не допускается. Чтобы сократить воздухообмен в таких помещениях применяют комбинированные системы кондиционирования воздуха: приток наружного воздуха с расходом, соответствующим санитарной норме, возлагается на центральную систему, а ассимиляция теплоизбытков на местную рециркуляционную систему фан-койлов или сплит-систем.

## Глава 22. Отделения проводных средств связи и почтовой связи

Отделения проводных средств связи и почтовой связи, расположенные во встроенных и встроенно-пристроенных к жилым домам помещениях, должны проектироваться по СНиП для производственных зданий с учетом требований ведомственных строительных норм Минсвязи России ВСН 333-93, разработанных институтом Гипросвязь.

Помещения для установки вентиляционного оборудования (вентиляторов, кондиционеров и прочего) не должны располагаться над технологическими помещениями, в которых размещается аппаратура связи.

В помещениях предприятий связи, как правило, проектируются системы водяного отопления.

В производственных помещениях со стативным, стоечным и коммутаторным оборудованием следует предусматривать:

- устройства для отключения системы отопления;
- температуру нагревательных приборов не более 95 °С;
- нагревательные приборы с легко очищаемой поверхностью.

Важным фактором, влияющим на надежность работы электронного оборудования связи являются параметры воздушной среды в производственных помещениях АТС и телефонных узлов: температура, относительная влажность, чистота воздуха.

В помещениях АТС должна поддерживаться температура 22 °С ( $\pm 1$ —2 °С), относительная влажность 50±7%, степень очистки воздуха EU4.

Расчетную температуру воздуха и кратность воздухообмена в помещениях следует принимать по табл. 22.1.

При расчете воздухообмена в производственных помещениях отделения почтовой связи по теплоизбыткам в соответствии со СНиП 2.04.05-91\* учитываются следующие категории работ на производственных участках:

- участок обработки крупногабаритных посылок — тяжелая;
- участок обработки посылок, экспедирования

периодических изданий и товаров, печати, филателии — средней тяжести;

- остальные участки — легкая.

При расчете тепловыделений на предприятиях почтовой связи от электродвигателей технологического оборудования коэффициент  $K$ , учитывающий загрузку, одновременность работы и использование установленной мощности, следует принимать равным 0,25.

В помещениях (кроме аккумуляторных) телефонных станций емкостью 1000 номеров и менее или при общем объеме помещений до 2500 м<sup>3</sup> проектируется естественная вентиляция с однократным воздухообменом в час.

В аккумуляторной следует проектировать систему механической вытяжной вентиляции. Общий расход вытяжного воздуха в помещении с кислотными аккумуляторами распределяется по высоте помещения следующим образом:

- при открытых аккумуляторах  $1/3$  расхода приходится на верхнюю зону и  $2/3$  — на нижнюю;
- при закрытых аккумуляторах  $1/3$  расхода приходится на нижнюю зону и  $2/3$  — на верхнюю.

Вытяжной вентилятор должен быть изготовлен во взрывозащищенном коррозионностойком исполнении. Вытяжные воздуховоды изготавливают из кислотостойкого материала.

Объединение вытяжной системы помещения аккумуляторной с общеобменной вентиляцией других помещений не допускается.

Для переговорных кабин (если их более пяти) следует предусматривать механическую вентиляцию в объеме пятикратного воздухообмена в час. Приточный воздух подается от системы, обслуживающей помещение переговорного пункта, в верхнюю часть кабины; вытяжка производится через отверстие в нижней части кабины.

Если переговорных кабин не более пяти, при отсутствии механической вентиляции в помещении переговорного пункта, применяется естественная вентиляция кабин через отверстия, предусмотренные конструкцией кабин.



Таблица 22.1

## Расчетная температура и кратность воздухообмена

| Наименование помещений                                                                                                                                            | Расчетная температура воздуха, °С                         | Кратность воздухообмена в час                                                                                              |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|                                                                                                                                                                   |                                                           | приток                                                                                                                     | вытяжка |
| ЛАЦ (секция технического обслуживания, службы трактов и каналов), участки каналов цехов телеграфных каналов, междугородные телевизионные и вещательные аппаратные | 12 (дежурное отопление)                                   | По расчету на ассимиляцию избытков, как правило, по допустимым нормам СНиП 2.04.05-91* с учетом технологических требований |         |
| Автоматный зал, стативная, контрольно-измерительный участок, центр контроля измерений, участок оперативного управления                                            | 18                                                        | По расчету на ассимиляцию избытков, как правило, по допустимым нормам СНиП 2.04.05-91* с учетом технологических требований |         |
| Машинный зал, помещение ввода и вывода, комната контрольно-испытательной службы для АМСТ-КЭ и АМТСЭ                                                               | По расчету в соответствии с технологическими требованиями |                                                                                                                            |         |
| Коммутаторной зал (участок), служба функционального контроля и управления, помещение справочных служб при числе работающих: 30 человек и менее                    | 18                                                        | 1,5, но не менее 30 м³/ч наружного воздуха на человека                                                                     | 1,5     |
| более 30 человек                                                                                                                                                  | 18                                                        | По расчету на ассимиляцию теплоизбытков, с температурой в рабочей зоне не более 25 °С                                      |         |
| Аппаратная МТС, студия МТС                                                                                                                                        | 18                                                        | 1,5, но не менее 30 м³/ч наружного воздуха на человека                                                                     | 1,5     |
| Комната измерительной аппаратуры                                                                                                                                  | 18                                                        | По расчету на ассимиляцию теплоизбытков по допустимым нормам СНиП 2.04.05-91*                                              |         |
| Распаковки оборудования, технический склад, склад эксплуатационных материалов                                                                                     | 16                                                        | —                                                                                                                          | 1       |
| Аппаратная радио-трансляционного узла                                                                                                                             | 16                                                        | По расчету на ассимиляцию теплоизбытков по допустимым нормам в летний период СНиП 2.04.05-91*                              |         |
| Комната управления и контроля, блочная мастерская для аппаратуры систем передачи, центральная служба таксофонов, служба СТОА, кабельная мастерская                | 18                                                        | 1,5                                                                                                                        | 1,5     |

Продолжение табл. 22.1

| Наименование помещений                                                                                                                                                                                                 | Расчетная температура воздуха, °С | Кратность воздухообмена в час                                                                                                                                                                                                            |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|                                                                                                                                                                                                                        |                                   | приток                                                                                                                                                                                                                                   | вытяжка |
| Комната инженерно-технического персонала, мастерская по ремонту телефонных аппаратов, административные и вспомогательные помещения                                                                                     | 18                                | 1,5                                                                                                                                                                                                                                      | 1,5     |
| Комната контрольно-испытательной службы и службы уведомления, ремонтно-измерительная АМТС КЭ                                                                                                                           | 18                                | 1,5                                                                                                                                                                                                                                      | 1,5     |
| Комната хранения ЗИП и текущего ремонта ЦТК, ЦКК, АУКС; регулировочная                                                                                                                                                 | 18                                | По расчету на обеспечение п.д.к. вредных выделений в рабочей зоне, но не менее 2                                                                                                                                                         |         |
| Комната чистки приборов<br>Аккумуляторная с кислотными аккумуляторами                                                                                                                                                  | 18                                | 4                                                                                                                                                                                                                                        | 5       |
|                                                                                                                                                                                                                        | 10                                | По расчету по п.д.к. серной кислоты и допустимой взрывоопасной концентрации водорода                                                                                                                                                     |         |
| Кислотная                                                                                                                                                                                                              | 10                                | —                                                                                                                                                                                                                                        | 2,0     |
| Выпрямительная                                                                                                                                                                                                         | 5 (дежурное отопление)            | По расчету на ассимиляцию теплоизбытков по допустимым нормам СНиП2.04.05-91*                                                                                                                                                             |         |
| Ввода кабелей связи                                                                                                                                                                                                    | 10                                | 1,5                                                                                                                                                                                                                                      | 1,5     |
| Компрессорная                                                                                                                                                                                                          | 10                                | 1,0                                                                                                                                                                                                                                      | —       |
| Кросс                                                                                                                                                                                                                  | 18                                | 1,0                                                                                                                                                                                                                                      | 1,0     |
| Помещение обмена, обработки корреспонденции из почтовых ящиков, кладовая спец-связи; обработки: посылок, печати, страховой почты, экспедирования периодической печати, неперiodических изданий, товаров, марочная база | 16                                | По расчету на ассимиляцию теплоизбытков по допустимым параметрам в летний период с учетом имеющихся местных отсосов; места операторов установок для сортировки посылок (при расположении рабочих мест на антресолях) должны душироваться |         |
| Помещения обработки письменной корреспонденции                                                                                                                                                                         | 18                                | По расчету на ассимиляцию теплоизбытков по допустимым параметрам в летний период                                                                                                                                                         |         |
| Операционный зал приема и выдачи почтовых отправлений, пункт приема подписки, помещение обработки филателии, кладовая филателии                                                                                        | 18                                | 1,5                                                                                                                                                                                                                                      | 1,5     |
| Комната оформления дефектных посылок                                                                                                                                                                                   | 18                                | 3,0                                                                                                                                                                                                                                      | 4,0     |
| Кладовая обработки хранения посылок к выдаче                                                                                                                                                                           | 14                                | 3,0                                                                                                                                                                                                                                      | 3,0     |

Окончание таблицы 22.1

| Наименование помещений                                                                                | Расчетная температура воздуха,<br>°С | Кратность воздухообмена в час |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---------|
|                                                                                                       |                                      | приток                        | вытяжка |
| Комната оформления документов,<br>другие вспомогательные<br>и административные помещения              | 18                                   | 1,5                           | 1,5     |
| Кладовые и архивы                                                                                     | 16                                   | —                             | 1,5     |
| Помещения вскрытия мешков,<br>обеспыливания мешковой тары,<br>мастерская для ремонта<br>мешковой тары | 18                                   | 2,0                           | 3,0     |

## Глава 23. Подземные стоянки автомобилей

Размещение автостоянок на территории города осуществляется с учетом требований СНиП 2.07.01-89\* и МГСН 1.01-99.

Согласно МГСН 5.01-01, 2001 г. автостоянки могут размещаться ниже и выше уровня земли, пристраиваться к зданиям другого назначения или встраиваться в них, располагаться под этими зданиями, в том числе под жилыми домами, в подземных, цокольных или первых наземных этажах.

В гаражах-стоянках загрязняющие вещества поступают в воздушную среду от передвижных источников (выбросов автомобилей) с эпизодическим характером выделения вредных веществ.

Планировочные решения подземных гаражей принимаются в соответствии с МГСН 5.01-01, 2001 г. и пособием к МГСН 5.01-94\*.

### Расчет поступления в помещения гаража-автостоянки вредных веществ от автотранспорта

#### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Отопление, вентиляция и противодымная защита автостоянок проектируются с учетом требований СНиП 2.04.05-91\*, СНиП 2.01.02-85\*, ВСН 01-89, ОНТП 01-91 и МГСН 5.01-01\*.

В подземных автостоянках системы вентиляции должны быть раздельными для каждого этажа хранения автомобилей. Инженерные системы автостоянок, встроенных в жилые здания или пристроенных к ним, должны быть автономными от инженерных систем этих зданий.

#### ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ И УДАЛЕНИЕ ВОЗДУХА

В последнее время отработана следующая система воздухообмена в помещениях гаража-стоянки:

- приточный воздух в автостоянку подается вдоль проездов в верхнюю зону помещения сосредоточенными струями;
- удаление воздуха из помещения осуществляется из верхней и нижней зон поровну.

Наиболее рациональным является совмещение воздушного отопления и приточной вентиляции. В дневное время установки работают в режиме прямотока с перегревом воздуха, в ночное время — на полной рециркуляции, выполняя функции отопления. Температура внутреннего воздуха в помещении  $T_{в} = +5^{\circ}\text{C}$  поддерживается за счет перегрева приточного воздуха.

Особые требования предъявляются к размещению вытяжных вентиляционных шахт гаражей-стоянок:

- для автостоянок вместимостью до 100 машино-мест шахты располагают на расстоянии более 15 м от многоквартирных жилых домов, участков детских дошкольных, лечебных учреждений, спальных корпусов домов-интернатов. Высота шахт должна быть более 2 м над уровнем земли;
- для автостоянок вместимостью более 100 машино-мест расстояние от вытяжных вентиляционных шахт до перечисленных зданий и высота шахт над уровнем земли определяются расчетами рассеивания вредных выбросов в атмосферу (см. гл. 25) и уровня шума на территории, непосредственно прилегающей к жилым домам.

Шумопоглощение вентиляционного оборудования автостоянок, встроенных в жилые дома, должно рассчитываться с учетом работы вентиляции в ночное время.

Для определения валовых выбросов загрязняющих веществ при проектировании вентиляционных систем применяется расчетный метод, изложенный в ОНТП-01-91, с использованием удельных показателей, то есть выбросов загрязняющих веществ, приведенных к единице времени работы одного двигателя.

Легковые автомобили согласно ОНТП-01-91 подразделяются на два класса:



- малый — АЗЛК, ИЖ, ВАЗ, ЗАЗ, ЛуАЗ;
- средний — «Волга», РАФ, УАЗ, ЕрАЗ.

Аналогично автомашины иностранного производства подразделяются на малый и средний классы. В процессе эксплуатации автомобили, работающие на бензине и на дизельном топливе, выбрасывают в атмосферу окись углерода (СО), углеводороды (СН), окислы азота (NO<sub>x</sub>) и другие вредные вещества.

В соответствии с МГСН 5.01-01 удельные выбросы загрязняющих веществ (СО, СН, NO<sub>x</sub>) при расчетах в проектах строительства автостоянок до 2005 г. принимаются по данным ОНТП-01-91 (см. табл. 4 приложения 5). В общей массе вредных выбросов загрязняющие вещества находятся в соотношении: СО — 89,8÷91,5%; СН — 5,7÷7,3% и NO<sub>x</sub> — 2,8÷2,9%. На основании этого процентного состава расчет вентиляции проводится обычно по окиси углерода (СО).

#### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНЫХ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

В качестве данных для расчета приточно-вытяжных систем вентиляции с механическим побуждением необходимо иметь: техническое задание, архитектурные чертежи гаража-стоянки с указанием типа размещения (манежного или боксового), автомобилей, количество автомобилей с указанием класса и типа по виду топлива, продолжительность среднего цикла въезда и выезда автомобиля, другие данные из технологической части проекта.

Расчетная температура воздуха в помещениях стоянки автотранспорта в холодный период года принимается +5 °С. Отопление, как правило, предусматривается воздушное, совмещенное с приточной вентиляцией.

В помещениях стоянки автомобилей рекомендуется применять энергосберегающие решения: использовать отопительно-рециркуляционные агрегаты, воздушно-тепловые завесы у въездных ворот, предусматривать автоматическое управление включением отопительных агрегатов при снижении температуры воздуха.

#### РАСЧЕТ ВЫДЕЛЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ОТ АВТОТРАНСПОРТА

Количество каждого *j*-го загрязняющего вещества  $M_j$ , г/с, выделяемого при движении автомобилей на закрытых стоянках, определяется по формуле (ОНТП 01-91):

$$M_j = 10^{-3} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{q_i \cdot L \cdot A_{zi} \cdot K_c}{t_b \cdot 3,6}, \quad (23.1)$$

где  $n$  — количество типов автомобилей (бензиновые, дизельные и т.д.), выделяющих *j*-ое загрязняющее вещество (устанавливается технологической частью проекта), шт.;

$q_i$  — удельный выброс *j*-го загрязняющего вещества одним автомобилем *i*-го типа с учетом возраста и технического состояния автомобиля (г/км, табл. 4, приложения 5 к ОНТП-01-91), г/м<sup>3</sup>;

$L$  — условный пробег одного автомобиля за цикл по помещению гаража-стоянки с учетом затрат времени на запуск двигателя и движение (табл. 5, приложение 5 к ОНТП-01-91), км;

$A_{zi}$  — эксплуатационное количество автомобилей в гараже-стоянке с учетом коэффициента выпуска (устанавливается технологической частью проекта), шт.;

$K_c$  — безразмерный коэффициент, учитывающий влияние режима движения (скорости) автомобиля (табл. 6, приложение 5 к ОНТП-01-91);

$t_b$  — время выезда или въезда автомобилей (устанавливается технологической частью проекта), ч. Обычно принимают  $t_b = 1$  ч.

Необходимое количество приточного вентиляционного воздуха  $L_n$ , м<sup>3</sup>/ч, исходя из условий ассимиляции вредного вещества до нормируемых величин ( $C_{пдк}$ ) рассчитывается по формуле

$$L_n = \frac{3,6 \cdot 10^6 M_j}{C_b - C_n}, \quad (23.2)$$

где  $M_j$  — масса вредного вещества, г/с, определяется по формуле (23.1);

$C_b, C_n$  — соответственно концентрации данного вредного вещества в вытяжном и приточном воздухе, мг/м<sup>3</sup>, при  $C_b = C_{пдк}$  и  $C_n = C_n$ .

В Пособии 15.91 к СНиП 2.04.05-91\* указано, что  $C_{пдк}$  (предельно допустимое содержание окиси углерода в воздухе) согласно ГОСТ 12.1.005-88 составляет 20 мг/м<sup>3</sup>.

Концентрация СО в наружном воздухе соответствует фоновому загрязнению в месте расположения здания; при отсутствии сведений о средней концентрации СО в расчете принимается  $C_n = 0,3 C_{пдк}$ .

тогда формула (23.2) для жилых зданий преобразуется к виду:

$$L_n = \frac{5,14 \cdot 10^6 \cdot M_{CO}}{C_{пдк}}, \quad (23.3)$$

Воздухообмен в стоянках легковых автомобилей рассчитывается по формулам (23.2) и (23.3).

### Пример расчета

#### Исходные данные

Проектируемый гараж-автостоянка манежного типа на 52 машино-места размещается под жилым зданием (объем помещения автостоянки 2850 м<sup>3</sup>). По классификации автотранспорта машины относятся к среднему классу, тогда  $q_{CO} = 20,8$  г/м<sup>3</sup> (табл. 4 приложения 5 к ОНТП-01-91); условный пробег одного автомобиля по помещению стоянки 0,7 км — выезд, 0,25 км — въезд (табл. 5 приложения 5 к ОНТП-01-91),  $K_c = 1,4$  при скорости движения 5 км/ч (табл. 6 приложения 5 к ОНТП-01-91). Концентрация CO в гараже-стоянке 20 мг/м<sup>3</sup>, в приточном воздухе 5 мг/м<sup>3</sup>.

Принимаем в соответствии с табл. 5 приложения 5 к ОНТП-01-91, что в течение часа со стоянки выезжает 8,0 % автомашин (4 ед.), въезжает 2,0 % автомашин (1 ед.), а время выезда-въезда составляет  $t_b = 1$  ч.

#### Решение

Масса CO, выделяемого в помещении стоянки автомобилей, по формуле (23.1):

$$M_{CO} = 10^{-3} \cdot \frac{20,8 \cdot 1,4 \cdot (4 \cdot 0,7 + 1 \cdot 0,25)}{1 \cdot 3,6} = 0,024 \text{ г/с.}$$

Воздухообмен в помещении гаража-стоянки определяется по формуле (23.2):

$$L_n = \frac{3,6 \cdot 10^6 \cdot 0,024}{20 - 5} = 5760 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

На одну автомашину приходится 111 м<sup>3</sup>/ч.

В соответствии с п. 4.58 СНиП 2.04.05-91\*, 1997 г. в производственных помещениях высотой до 6 м с выделением вредных газов вытяжка из верхней зоны должна составлять не менее однократного воздухообмена в час. Так как в стоянках автомобилей вытяжки из верхней и нижней зоны по расходу равны, то общий воздухообмен должен быть не менее чем двукратным. В нашем примере:

$$h_{\text{крат}} = \frac{5760}{2850} = 2,02$$

Расход приточного воздуха при обеспечении 20% превышения вытяжки над притоком (по ВСН 01-89):

$$L_{\text{пр}} = 0,8 \cdot 5760 = 4610 \text{ м}^3/\text{ч}$$

# Раздел III. Дополнительные разделы проекта









## Глава 24. Энергоэффективность

В этой главе изложена основная идея раздела «Энергоэффективность» и приводится пример заполнения энергетического паспорта с расчетами к нему.

### Цель разработки раздела

Раздел «Энергоэффективность» утверждаемой части проекта разработан в соответствии с требованиями МГСН 2-01-99 «Энергосбережение в зданиях» и в связи с постановлением Госстроя России № 18—14 от 06.06.97 г. «Об экономии энергоресурсов при проектировании и строительстве». Расчеты этого раздела должны подтвердить, что при разработке проекта строящегося или реконструируемого здания достигается цель рационального использования энергетических ресурсов при обеспечении комфортных условий пребывания людей.

### Потребительский и предписывающий подходы к выбору теплозащиты здания

При выборе теплозащитных свойств здания следует руководствоваться одним из альтернативных подходов:

- потребителем, при котором теплозащитные свойства наружных ограждений определяются по нормативному значению удельного энергопотребления здания в целом или отдельных замкнутых объемов — блок-секций, пристроек и пр.;
- предписывающим, при котором сопротивления теплопередаче наружных ограждений соответствуют требованиям табл. 16 СНиП II-3-79\*, 1998 г. «Строительная теплотехника».

Потребительский подход допускает проектирование наружных ограждений с сопротивлением теплопередаче меньше требуемых СНиП II-3-79\*, 1998 г., если в

принятых проектных решениях по теплозащите, здания, способе регулирования системы отопления и других результатах проектирования удельное энергопотребление на отопление не превышает нормативной величины.

Нормы расхода тепловой энергии по МГСН 2.01-99 приведены в табл. 24.1. В таблице не отражены нормы для встроенно-пристроенных помещений, однако практика проектирования и эксплуатации систем отопления в этих помещениях позволяет утверждать, что к ним могут быть применены нормы, установленные для зданий общеобразовательных учреждений.

При потребителемском подходе к выбору теплозащиты здания минимально допустимым сопротивлением теплопередаче непрозрачных наружных ограждающих конструкций считается величина, определяемая по табл. 1а и формуле 1 СНиП II-3-79\*, 1998 г. Требуемое сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций и наружных дверей при любом подходе следует принимать:

- не ниже  $0,54 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$  для окон, балконных дверей и витражей, а также для входных дверей в квартиры, расположенные выше первого этажа, если суммарная площадь остекления фасадов здания не превышает 18% от суммарной площади вертикальных ограждений;
- не ниже  $0,56 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$  для окон, балконных дверей и витражей, если суммарная площадь остекления фасадов здания лежит в пределах 18—25% от суммарной площади вертикальных ограждений. Для жилых зданий это соотношение реально ограничивается величиной 25%;
- не ниже  $0,81 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$  для глухой части балконных дверей;
- не ниже  $1,2 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$  для входных дверей в односемейные здания и квартиры, расположенные на первом этаже многоквартирных зданий;
- не ниже  $1,2 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$  для ворот в односемейные здания.

Таблица 24.1

Требуемый удельный расход тепловой энергии системой отопления здания  $q_h^{req}$ , кВт·ч/м<sup>2</sup>, за отопительный период

| Тип зданий                                            | Этажность зданий |     |     |            |
|-------------------------------------------------------|------------------|-----|-----|------------|
|                                                       | 1-3              | 4-5 | 6-9 | 10 и более |
| Жилые                                                 | 160              | 130 | 110 | 95         |
| Общеобразовательные, лечебные учреждения, поликлиники | 175              | 165 | 155 | —          |
| Дошкольные учреждения                                 | 200              | 245 | —   | —          |

При предписывающем подходе должна быть выдержана архитектурная характеристика здания — показатель компактности  $k_e^{des}$ , 1/м, рассчитываемый по формуле:

$$k_e^{des} = \frac{A_e^{sum}}{V_h}, \quad (24.1)$$

где  $A_e^{sum}$  — общая площадь наружных ограждений, м<sup>2</sup>;  $V_h$  — отапливаемый объем здания, м<sup>3</sup>.

Отапливаемый объем здания равен строительному, за вычетом объемов неотапливаемого или «теплого чердака», неотапливаемого техподполья, лоджий, тамбуров, неотапливаемых лестничных клеток. Отапливаемый объем здания, таким образом, можно определить расчетным путем.

Расчетный показатель компактности здания не должен превышать нормативных значений, приведенных в МГСН 2.01-99:

- 0,25 для зданий в 16 этажей и выше;
- 0,29 для зданий от 10 до 15 этажей включительно;
- 0,32 для зданий от 6 до 9 этажей включительно;
- 0,36 для 5-этажных зданий;
- 0,43 для 4-этажных зданий;
- 0,54 для 3-этажных зданий;
- 0,61; 0,54; 0,46 соответственно для 2-, 3- и 4-этажных блокированных и секционных домов;
- 0,9 для 2-этажных домов и 1-этажных с мансардой зданий;
- 1,1 для 1-этажных домов.

### Расчет приведенного сопротивления теплопередаче непрозрачных наружных ограждений

По СНиП II-3-79\*, 1998г. допускается приведенное сопротивление теплопередаче  $R_o$ , м<sup>2</sup>·°C/Вт, опре-

делять, оценивая неоднородность температурного поля, связанную с внутренними креплениями в самой ограждающей конструкции или с примыканием к ней других ограждений (например, окон к наружной стене), коэффициентом теплотехнической однородности:

$$R_o = R_o^{ysl} \cdot r, \quad (24.2)$$

где  $R_o^{ysl}$  — сопротивление теплопередаче конструкции без учета теплопроводных включений или примыкания других ограждений, определяемое как сумма термических сопротивлений отдельных слоев и сопротивлений теплообмену на поверхностях, м<sup>2</sup>·°C/Вт;

$r$  — коэффициент теплотехнической однородности конструкции.

Коэффициент теплотехнической однородности может быть рассчитан как произведение коэффициентов, оценивающих различные факторы, возмущающие однородное температурное поле:

$$r = r_1 \cdot r_2, \quad (24.3)$$

где  $r_1$  — коэффициент теплотехнической однородности для оценки внутренних креплений в ограждении. Для стен с эффективным утеплителем на гибких связях и конструктивным слоем из керамзитобетона плотностью от 1000 до 1600 кг/м<sup>3</sup> или тяжелого бетона плотностью 2400 кг/м<sup>3</sup> он принимается по табл. 3 приложения 13\* к СНиП II-3-79\*, 1998 г. Для двухслойных стен с конструктивным слоем плотностью от 600 до 2500 кг/м<sup>3</sup>

и слоем эффективного утеплителя на гибких связях диаметром 6 мм с шагом 600 мм, закрепленных на дюбелях,

$$r_1 = 0,98 - 0,99.$$

Для трехслойных стен с наружным кирпичным, слоем, внутренним ячеистобетонным слоем плотностью 600 кг/м<sup>3</sup> и слоем эффективного утеплителя с анкерным креплением в шов кладки через 6 рядов кирпича с шагом 600 мм;

■ при диаметре анкера 6 мм:

при толщине утеплителя 100 мм  $r_1 = 0,78 - 0,91$ ;  
150 мм  $r_1 = 0,77 - 0,90$ ;  
200 мм  $r_1 = 0,75 - 0,88$ ;

■ при диаметре анкера 8 мм:

при толщине утеплителя 100 мм  $r_1 = 0,75 - 0,85$ ;  
150 мм  $r_1 = 0,72 - 0,84$ ;  
200 мм  $r_1 = 0,66 - 0,83$ ;

■ при диаметре анкера 10 мм:

при толщине утеплителя 100 мм  $r_1 = 0,70 - 0,82$ ;  
150 мм  $r_1 = 0,65 - 0,80$ ;  
200 мм  $r_1 = 0,58 - 0,79$ .

Для трехслойных стен с наружным и внутренним кирпичными слоями и слоем эффективного утеплителя, с анкерным креплением в шов кладки через 6 рядов с шагом 600 мм:

■ при диаметре анкера 6 мм  $r_1 = 0,77 - 0,91$ ;

■ при диаметре анкера 8 мм  $r_1 = 0,70 - 0,88$ ;

■ при диаметре анкера 10 мм  $r_1 = 0,65 - 0,81$ .

Большие значения коэффициентов относятся к утеплителю с коэффициентом теплопроводности 0,08 Вт/м·°С, меньшие — с коэффициентом теплопроводности 0,03 Вт/м·°С. Для бесчердачных перекрытий верхнего этажа и для чердачных перекрытий  $r_1 = 0,95$  (для учета проходок шахт).

Для утепленного снизу цокольного перекрытия или перекрытия под эркером  $r_1 = 0,97$ ;

$r_2$  — коэффициент теплотехнической однородности для оценки примыкания других ограждений.

Оконные откосы в стенах учитываются коэффициентом 0,95–0,9 в зависимости от процента остекленности фасада  $p$ .

Для сложных случаев крепления приведенное сопротивление теплопередаче  $R_0$ , м<sup>2</sup>·°С/Вт, неоднородной ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R_0 = n \cdot (t_{int} - t_{ext}) \cdot \frac{A}{Q}, \quad (24.4)$$

где  $n$  — коэффициент положения наружного ограждения относительно наружного воздуха, принимаемый по табл. 3\* СНиП II-3-79\*, 1998 г.;

$t_{int}$  — расчетная температура воздуха внутри жилых или встроенно-пристроенных помещений;

$t_{ext}$  — расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года;

$A$  — площадь неоднородной ограждающей конструкции, м<sup>2</sup>;

$Q$  — сумма тепловых потоков, Вт, пересекающих исследуемую область, определяемая по расчету температурного поля конструкции на компьютере.

## Теплотехнические параметры здания

Основными теплотехническими параметрами здания являются приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи  $K_m^{tr}$  и приведенный инфильтрационный коэффициент теплопередачи  $K_m^{inf}$ .

Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи  $K_m^{tr}$ , Вт/м<sup>2</sup>·°С, совокупности наружных ограждающих конструкций здания рассчитывается по приведенным сопротивлениям теплопередаче отдельных наружных ограждений  $R_o^r$  и их площадям  $A$  по формуле:

$$K_m^{tr} = \frac{\beta \left( \frac{A_w}{R_{o,w}^r} + \frac{A_f}{R_{o,f}^r} + \frac{A_d}{R_{o,d}^r} + \frac{n \cdot A_c}{R_{o,c}^r} + \frac{A_r}{R_{o,r}^r} \right)}{A_e^{sum}}, \quad (24.5)$$

где  $\beta$  — коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери, связанные с ориентацией ограждений по сторонам горизонта, наличием наружных углов в здании, врыванием наружного воздуха через входы в здание; принимается для жилых зданий  $\beta = 1,13$ , для общественных зданий  $\beta = 1,1$ ;

$A_w, A_f, A_d,$

$A_c, A_r$  — площади соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, витражей, балконных дверей), наружных дверей и во-

рот, перекрытий верхнего этажа, цокольных перекрытий или других конструкций пола нижнего отапливаемого (надземного или подземного) этажа, м<sup>2</sup>;

$R_{o,w}^r, R_{o,F}^r, R_{o,d}^r$ ,

$R_{o,c}^r, R_{o,c}^r$  — приведенные коэффициенты теплопередачи соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, витражей, балконных дверей), наружных дверей и ворот, перекрытий верхнего этажа, цокольных перекрытий или других конструкций пола нижнего отапливаемого (надземного или подземного) этажа, м<sup>2</sup>·°C/Вт;

$A_e^{sum}$  — общая площадь наружных ограждений, м<sup>2</sup>;

$n$  — коэффициент положения наружного ограждения относительно наружного воздуха; в соответствии с МГСН 2.01-99. Для ограждений, отделяющих отапливаемое помещение от неотапливаемых («теплых чердаков», подвалов, остекленных лоджий, больших тамбуров), с температурой внутреннего воздуха выше температуры наружного воздуха, но ниже температуры внутреннего воздуха отапливаемого помещения  $n$  следует рассчитывать по формуле:

$$n = \frac{t_{int} - t_{int}^c}{t_{int} - t_{ext}},$$

где  $t_{int}$  — температура внутреннего воздуха отапливаемого помещения, °C;

$t_{int}^c$  — температура в неотапливаемом помещении, °C. Определяется по тепловому балансу этого помещения с учетом теплопоступлений от прокладываемых в нем трубопроводов теплоснабжения, отопления и горячего водоснабжения, а для «теплых чердаков» — теплоты вытяжного воздуха. При этом в соответствии с МГСН 2.01-99 температура в неотапливаемом подвале не должна быть ниже 2 °C в расчетный период, а в «теплом чердаке» выше 14 °C;

$t_{ext}$  — расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °C.

Приведенный инфильтрационный (условный) коэффициент теплопередачи здания  $K_m^{inf}$ , Вт/м<sup>2</sup>·°C, совокупности наружных ограждающих конструкций

определяется по формуле

$$K_m^{inf} = \frac{0,28 \cdot c \cdot \sum \left( \frac{G \cdot k \cdot m}{24} \cdot \frac{n_r}{7} \right)}{A_e^{sum}}, \quad (24.6)$$

где  $c$  — удельная теплоемкость воздуха, равная 1,005 кДж/(кг·°C);

$G$  — расход инфильтрационного или вентиляционного воздуха, подлежащего нагреванию, кг/ч;

$k$  — коэффициент учета влияния встречного теплового потока в конструкции заполнения светопроема при инфильтрации наружного воздуха или при неорганизованном притоке вентиляционного воздуха через неплотности этого заполнения;  $k = 0,8$  — для заполнения светопроема с двумя или более притворами,  $k = 1,0$  — для заполнения светопроема с одним притвором и для приточного воздуха от механической системы вентиляции;

$m$  — число часов действия в сутки рассматриваемого расхода нагреваемого воздуха, ч;

$n_r$  — число дней в неделю, в которые действует рассматриваемый расход нагреваемого воздуха, сут.;

$A_e^{sum}$  — общая площадь наружных ограждений отапливаемой части здания, м<sup>2</sup>.

Для жилых зданий вентиляционный круглосуточный расход  $G$  должен быть равен большей из двух величин: суммарной нормы вытяжки из санузлов, ванных комнат, кухонь и нормы притока в жилые помещения.

Норма притока в муниципальном здании с плотностью заселения 20 м<sup>2</sup> на человека и менее равна 3· $A_r$ , где  $A_r$  — площадь жилых помещений, или 30 м<sup>3</sup>/ч на человека при заселении с плотностью более 20 м<sup>2</sup> на человека.

Норма вытяжки на квартиру равна 110 м<sup>3</sup>/ч при кухне с электрической плитой или 2-конфорочной газовой, 125 м<sup>3</sup>/ч при кухне с 3-конфорочной газовой плитой и 140 м<sup>3</sup>/ч при кухне с 4-конфорочной газовой плитой. Если в квартире имеется второй санузел, то к указанным нормам вытяжки прибавляется 25 м<sup>3</sup>/ч.

Круглосуточный инфильтрационный расход воздуха, вычисляется для лестничных клеток и холлов, имеющих окна, входные двери, а при наличии переходов из лифтового холла в незадымляемые лестничные клетки расход вычисляется для балконных



дверей переходов. При этом следует иметь в виду, что балконные двери и окна лестницы в расчете учитываются только при наличии отапливаемых незадымляемых лестничных клеток. Инфильтрация через окна кухонь в практике разработки тома «Энергоэффективность» не учитывается.

Для общественных встроенно-пристроенных помещений вентиляционный расход  $G$  принимается по проекту вентиляции.

$$G \geq n_a \cdot V_h \cdot \beta_v \cdot \rho_a, \quad (24.7)$$

где  $n_a$  — средняя кратность воздухообмена в здании,  $1/h$ , принимаемая по соответствующим нормам проектирования; в Пособии к МГСН 2.01-99 рекомендованы следующие кратности воздухообмена: в учебных зданиях —  $1,0 \cdot 1/h$ , в дошкольных учреждениях —  $1,5 \cdot 1/h$ , в больницах —  $2,0 \cdot 1/h$ ;

$V_h$  — отапливаемый объем здания,  $m^3$ ;

$\beta_v$  — коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие наружных и внутренних ограждений. При отсутствии данных  $\beta_v = 0,85$ ;

$\rho_a$  — плотность воздуха, в помещении, принимается  $1,2 \text{ кг}/m^3$

Инфильтрационный расход воздуха рассчитывается с учетом фактической (по сертификату) воздухопроницаемости окон. Время действия инфильтрации определяется исходя из принятых подпорков или разряжения воздуха в вентилируемых помещениях, при работающей вентиляции.

Общий коэффициент теплопередачи здания  $K_m$ ,  $Вт/(m^2 \cdot ^\circ C)$ , определяется суммой приведенных трансмиссионного и инфильтрационного коэффициентов:

$$K_m = K_m^{tr} + K_m^{inf}.$$

### Определение удельного расхода тепловой энергии системами отопления и вентиляции

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период определяется по разности всех видов удельных теплопотерь и удельных теплопоступлений (от внутренних источников и от солнечной радиации, проникающей через

светопрозрачные ограждения), с учетом возможности регулирования отпуска тепла системам отопления и вентиляции для ассимиляции указанных теплопоступлений.

Общие теплопотери здания за отопительный период  $Q_{ht}^y$ , кВт·ч, для поддержания в нем заданной внутренней температуры с учетом нагрева вентиляционного воздуха определяются по формуле:

$$Q_{ht}^y = 0,024 \cdot K_m \cdot D \cdot A_e^{sum}, \quad (24.8)$$

где  $K_m$  — общий коэффициент теплопередачи здания,  $Вт/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ,

$D$  — градусосутки отопительного периода

$$D = (t_{int} - t_{ht}) \cdot z_{ht},$$

где  $t_{int}$  — расчетная температура внутреннего воздуха,  $^\circ C$ ;

$t_{ht}$  и  $z_{ht}$  — средняя температура,  $^\circ C$ , и продолжительность, сут., отопительного периода;

$A_e^{sum}$  — общая площадь наружных ограждений,  $m^2$ .

Бытовые теплопоступления в здание  $Q_{int}^y$ , кВт·ч, за отопительный период рассчитываются по формуле

$$Q_{int}^y = 0,024 \cdot q_{int} \cdot A_r \cdot z_{ht}, \quad (24.9)$$

где  $q_{int}$  — удельные теплопоступления на  $1 m^2$  жилой (в общественной части здания — расчетной) площади;

$A_r$  — расчетная площадь в общественной части здания,  $m^2$ ;

$z_{ht}$  — продолжительность отопительного периода, сут.

В жилых зданиях  $q_{int}$  снижается от 17 до 10  $Вт/m^2$  жилой площади при соответствующем росте нормы общей площади на человека с 20 до 45  $m^2$ .

Для общественной части здания теплопоступления от людей, от освещения, оргтехники, технологического оборудования и т.п. вычисляются с учетом продолжительности каждого вида теплопоступления в течение дня и продолжительности рабочей недели:

$$q_{int} = \sum Q \cdot \frac{\frac{m}{24} \cdot \frac{n_r}{7}}{A_r}, \quad (24.10)$$

где  $Q$  — теплопоступления от какого-либо источника,  $Вт$ ;

$m$  — количество часов тепловыделения в сутки от какого-либо источника, ч;

$n_r$  — количество дней в неделю, в которые имеют место теплопоступления от рассматриваемого источника;

Таблица 24.2

Интенсивность суммарной (прямой и рассеянной) солнечной радиации на горизонтальную и вертикальные поверхности за отопительный период при действительных условиях облачности для г. Москвы, кВт·ч/м<sup>2</sup>

| Горизонтальная поверхность | Вертикальные поверхности с ориентацией на: |                               |                 |                         |     |
|----------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------|-----|
|                            | север                                      | северо-восток<br>северо-запад | восток<br>запад | юго-восток<br>юго-запад | юг  |
| 288                        | 12                                         | 71                            | 232             | 429                     | 551 |

Теплопоступления в здание через окна за отопительный период  $Q_s^y$ , кВт·ч/год, определяются по формуле

$$Q_s^y = \tau_F \cdot k_F \cdot (A_{F1} \cdot I_1 + A_{F2} \cdot I_2 + A_{F3} \cdot I_3 + A_{F4} \cdot I_4), \quad (24.11)$$

где  $\tau_F$  — коэффициент, учитывающий затенение светового проема непрозрачными элементами заполнения проема, аналогичен  $\beta_1$  в табл. 6.6;

$k_F$  — коэффициент относительного проникания солнечной радиации через лучепрозрачную часть заполнения проема, аналогичен  $\beta_2$  в табл. 6.7;

$A_{F1}, A_{F2},$

$A_{F3}, A_{F4}$  — площади разноориентированных световых проемов, м<sup>2</sup>;

$I_1, I_2,$

$I_3, I_4$  — интенсивности суммарной солнечной радиации, кВт·ч, принимаются по табл. 24.2.

Потребность в тепловой энергии на отопление за отопительный период с учетом нагрева вентиляционной нормы воздуха

$$Q_h^y = [Q_{ht}^y - (Q_{int}^y + Q_s^y) \cdot \eta \cdot v] \cdot \beta_{hl}, \quad (24.12)$$

где  $\eta$  — коэффициент эффективности регулирования подачи тепла на отопление. В соответствии с СП 23-101-2000 его значения принимаются равными:

$\eta = 1$  при однотрубной системе отопления с термостатами на отопительных приборах и с пофасадным авторегулированием на вводе или с поквартирной горизонтальной разводкой;

$\eta = 0,95$  при двухтрубной системе отопления с термостатами на отопительных приборах и центральным авторегулированием на вводе;

$\eta = 0,9$  при однотрубной системе отопления с термостатами на отопительных приборах и центральным авторегулированием

на вводе; без термостатов, но с пофасадным авторегулированием на вводе; при двухтрубной системе отопления с термостатами на отопительных приборах и без авторегулирования на вводе;  $\eta = 0,85$  при однотрубной системе отопления с термостатами на отопительных приборах, но без авторегулирования на вводе;

$\eta = 0,7$  при системе отопления без термостатов, с центральным авторегулированием на вводе с коррекцией по температуре внутреннего воздуха;

$\eta = 0,5$  при системе отопления без термостатов и без авторегулирования на вводе — регулирование центральное в ЦТП или котельной;

$v$  — коэффициент, учитывающий способность ограждающих конструкций аккумулировать теплоту, принимается  $v = 0,8$ ;

$\beta_{hl}$  — коэффициент учета дополнительного теплопотребления системами отопления, связанного с дискретностью номенклатурного ряда отопительных приборов и с их дополнительными теплопотерями через заприборные участки наружных стен, теплопотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения: для многосекционных и других протяженных зданий  $\beta_{hl} = 1,13$ , для зданий башенного типа  $\beta_{hl} = 1,11$ .

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания с учетом нагрева вентиляционной нормы воздуха за отопительный период  $q_h^{des}$ , кВт·ч/м<sup>2</sup>, рассчитывают по формуле:

$$q_h^{des} = \frac{Q_{hy}}{A_h}, \quad (24.13)$$

где  $A_h$  — отапливаемая площадь здания.

Полученное значение потребления тепла должно

быть меньше требуемого удельного расхода тепловой энергии системой отопления, взятого из табл. 24.1. При предписывающем подходе к выбору теплозащиты допускается, чтобы фактический удельный расход тепловой энергии несколько превышал требуемый.

В приведенном ниже примере более подробно рассмотрен расчет отдельных составляющих паспорта.

### Пример тома «Энергоэффективность»

#### ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Том «Энергоэффективность» должен отразить следующие разделы, которые обозначены в примерном содержании.

*Содержание тома:*

1. Общая часть
2. Архитектурно-планировочные и конструктивные решения
3. Теплозащита здания
  - 3.1. Расчет теплотехнических характеристик наружных ограждений
  - 3.2. Расчет приведенного трансмиссионного коэффициента теплопередачи здания
  - 3.3. Расчет приведенного инфильтрационного (условного) коэффициента теплопередачи здания
4. Энергетические показатели
  - 4.1. Установленная мощность систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения
  - 4.2. Годовые базовые расходы конечных видов энергоносителей на здание
5. Годовое потребление тепла системой отопления и сравнение его с нормативным
6. Решения систем инженерного оборудования, обеспечивающие эффективное использование энергии
  - 6.1. Теплоснабжение
  - 6.2. Отопление
  - 6.3. Вентиляция
  - 6.4. Водоснабжение
  - 6.5. Электроснабжение
7. Энергетический паспорт здания
8. Заключение

Том составлен для 22-этажного здания с мансардным верхним этажом. В первом этаже здания

расположен торговый центр, в подземном этаже — паркинг легковых автомобилей. Основные геометрические характеристики здания приведены в разделе «Энергетический паспорт здания» (п. 7.). Обозначение величин в расчетах сохранено таким же, как в указанном разделе.

Том приводится с сокращениями. Здесь отсутствуют: раздел 1, в котором перечисляются основные нормативные документы, использованные при разработке тома, разделы 2 и 6 с основными решениями проекта, влияющими на энергопотребление здания.

В настоящем примере представлен укороченный вариант энергетического паспорта здания и расчетов к нему. В соответствии с примечанием к п. 6.3.2. МГСН 2.01-99 «по заданию заказчика энергетические паспорта жилых зданий могут разрабатываться в сокращенном объеме, отражающем уровень теплозащиты и годового потребления тепловой энергии на отопление (нормативные параметры, площади и уровень теплозащиты наружных ограждающих конструкций, удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период, потребляемая мощность системы отопления, удельный максимально-часовой расход тепловой энергии на отопление, удельная тепловая характеристика здания, годовой и удельный годовой расход тепловой энергии на отопление в холодный и переходный периоды года)». В связи с этим в паспорте не приведены показатели, связанные с энергопотреблением системы горячего водоснабжения и электропотреблением.

#### РАЗДЕЛ «ТЕПЛОЗАЩИТА ЗДАНИЯ»

##### 3.1. Расчет теплотехнических характеристик наружных ограждений

Чередование слоев в наружных ограждениях дано снаружи вовнутрь.

3.1.1. Наружные стены выполняются с наружным утеплением и вентилируемой прослойкой за фасадной плиткой («вентилируемый фасад»). Во всей надземной части здания, кроме паркинга, принята одна и та же толщина утеплителя по нормам жилой части.

Стена имеет следующую конструкцию:

- наружная керамическая облицовка А.Г.В. на металлическом каркасе с термовкладышами;
- вентилируемая воздушная прослойка  $\delta = 0,05$  м;

- минераловатные плиты жесткие ВЕНТИ БАТТС (ТУ 5762-003-45757203-99) ЗАО «МИНЕРАЛЬНАЯ БАТА», ROCKWOOL—РОССИЯ  $\gamma = 110 \text{ кг/м}^3$ ;  $\delta = 0,18 \text{ м}$ ;  $\lambda_B = 0,046 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$ ;
- монолитный железобетон  $\gamma = 2500 \text{ кг/м}^3$ ;  $\delta = 0,3 \text{ м}$ ;  $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$ .

Условное сопротивление теплопередаче конструкции (облицовка и воздушная прослойка не учитываются, так как омываются наружным воздухом):

$$R_{o,w1}^{ycn} = \frac{1}{12} + \frac{0,18}{0,046} + \frac{0,3}{2,04} + \frac{1}{8,7} = 4,219 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}.$$

При креплении утеплителя алюминиевыми элементами коэффициент теплотехнической однородности по расчету трехмерного температурного поля в соответствии с чертежом крепления  $r = 0,84$ . С учетом оконных откосов принимаем коэффициент теплотехнической однородности  $r = 0,84 \cdot 0,9 = 0,755$ . Приведенное сопротивление теплопередаче стены:

$$R_{o,w1}^r = 4,219 \cdot 0,755 = 3,186 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт} > R_{o,w}^{req} = 3,13 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт} \text{ (по табл. 16 СНиП II-3-79*, 1998 г.)}.$$

Стены технических помещений подвала в грунте не утеплены, среднее по площади сопротивление теплопередаче стен для подвального помещения жилой части дома:

$$R_{o,w2}^r = \frac{A_{w2}}{\frac{A_{w2(1)}}{R_{o,w2(1)}} + \frac{A_{w2(2)}}{R_{o,w2(2)}}} = \frac{135}{\frac{75}{2,1} + \frac{60}{4,3}} = 2,72 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}.$$

Далее дается полный теплотехнический расчет остальных наружных непрозрачных ограждений, который здесь не приводится. Приведенные сопротивления теплопередаче для этих ограждений даны в энергетическом паспорте объекта.

3.1.2. Окна приняты трехслойными — двухкамерный стеклопакет в алюминиевых (с термовкладышами) переплетах. Приведенное сопротивление теплопередаче окна при остекленности фасада более 18% принято:  $R_{o,f}^r = 0,56 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$ .

Сопротивление воздухопроницанию окна  $R_{a,f}^r$  не менее  $1,1 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг}$  при разности давлений 10 Па, принято в соответствии с расчетом требуемого сопротивления воздухопроницанию окна, приведенным в п. 3.3.

Входные двери в здание приняты двойными, с тамбуром между ними, утепленными, с сопротивлением теплопередаче

$(R_{o,d}^r = 1,2) > (R_{o,d}^{req} = 0,79) \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$  (2 двери с сопротивлением теплопередаче не менее  $0,6 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$ ).

По п. 2.2. СНиП II-3-79\*, 1998 г. требуемое сопротивление теплопередаче входных дверей

$$R_{o,d}^{req} = 0,6 \cdot R_{o,w}^{tr} = 0,6 \cdot 1,32 = 0,79 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт},$$

где  $R_{o,w}^{tr}$  — требуемое сопротивление теплопередаче наружных стен по формуле (1) СНиП II-3-79\*, 1998 г:

$$R_{o,w}^{tr} = \frac{t_B + t_H}{\alpha_B \cdot \Delta t_H} = \frac{20 + 26}{8,7 \cdot 4} = 1,32 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}.$$

Сопротивление воздухопроницанию  $R_{a,d}^r$  двойных дверей с тамбуром не менее  $0,16 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг}$  при разности давлений 10 Па.

3.2. Расчет приведенного трансмиссионного коэффициента теплопередачи здания

Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи совокупности наружных ограждений здания находится из выражения (п.3.5.2. МГСН 2.01-99):

- для жилой части здания

$$K_m^{tr} = \frac{\beta \left( \frac{A_{w1}}{R_{w1}^r} + \frac{A_{w2}}{R_{w2}^r} + \frac{A_c}{R_c^r} + \frac{A_{f1}}{R_{f1}^r} + \frac{A_{f2}}{R_{f2}^r} + \frac{A_f}{R_f^r} + \frac{A_d}{R_d^r} \right)}{A_e^{sum}} =$$

$$= \frac{1,13 \left( \frac{7904-1765-14}{3,186} + \frac{135}{2,72} + \frac{1208}{4,74} + \frac{150}{7,93} + \frac{70}{4,73} \right)}{9467} +$$

$$+ \frac{1,13 \left( \frac{1765}{0,56} + \frac{14}{1,2} \right)}{9467} = 0,647 \text{ Вт/((м}^2 \cdot ^\circ\text{С))};$$

- для торгового центра

$$K_m^{tr} = \frac{\beta \left( \frac{A_{w1}}{R_{w1}^r} + \frac{A_f}{R_f^r} + \frac{A_d}{R_d^r} \right)}{A_e^{sum}} = \frac{1,1 \left( \frac{454-110-8}{3,186} \right)}{454} +$$

$$+ \frac{1,1 \left( \frac{110}{0,56} + \frac{8}{1,2} \right)}{454} = 0,747 \text{ Вт/((м}^2 \cdot ^\circ\text{С))};$$



■ для паркинга

$$K_m^{tr} = \frac{\beta \left( \frac{A_{w1}}{R_{w1}'} + \frac{A_{w2}}{R_{w2}'} + \frac{A_c}{R_c'} + \frac{A_{f1}}{R_{f1}'} + \frac{A_f}{R_f'} + \frac{A_d}{R_d'} \right)}{A_e^{sum}} =$$

$$1,1 \left( \frac{16-2-12}{0,952} + \frac{539}{2,31} + \frac{877}{1,37} + \frac{1935}{9,29} + \frac{2}{0,56} + \frac{12}{1,2} \right) =$$

$$\frac{3367}{3367} = 0,755 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}).$$

### 3.3. Расчет приведенного инфильтрационного (условного) коэффициента теплопередачи здания

Вентиляционный воздухообмен в здании принимается:

- для жилой части здания круглосуточно в объеме вентиляционной нормы 30 м<sup>3</sup>/ч на человека, так как в рассматриваемом здании норма общей площади на человека больше 20 м<sup>2</sup>;
- для торгового центра 1,5-кратный воздухообмен расчетной площади в рабочее время. В нерабочее время воздухообмен рассчитывается исходя из воздухопроницаемости светопрозрачных наружных ограждений и входных дверей под действием расчетной разности давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждения из-за теплового и ветрового напоров;
- для паркинга воздухообмен определен в проекте из условия разбавления выделяющейся при работе двигателей окиси углерода до ПДК в рабочей зоне (20 мг/м<sup>3</sup>), круглосуточно — 15000 кг/ч.

Расчетная разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждений под действием теплового и ветрового напоров, определяется по СНиП II-3-79\* (п. 5.2):

- для окон жилого здания в расчетных условиях

$$\Delta p_F^r = 0,55 \cdot H \cdot (\gamma_{ext}^r - \gamma_{int}) + 0,03 \cdot \gamma_{ext}^r \cdot (v^r)^2 =$$

$$= 0,55 \cdot 75,3 \cdot (14,02 - 11,82) + 0,03 \cdot 14,02 \times$$

$$\times 4,9^2 = 91,1 + 10,1 = 101,2 \text{ Па};$$

- для окон лестнично-лифтового узла жилой части и торгового центра в расчетных условиях

$$\Delta p_F^r = 0,55 \cdot 75,3 \cdot (14,02 - 11,98) + 0,03 \cdot 14,02 \times$$

$$\times 4,9^2 = 84,5 + 10,1 = 94,6 \text{ Па};$$

- для окон лестнично-лифтового узла жилой части и торгового центра в среднесезонных условиях

$$\Delta p_F^m = 0,55 \cdot H \cdot (\gamma_{ext}^r - \gamma_{int}) + 0,03 \cdot \gamma_{ext}^m \cdot (v^m)^2 =$$

$$= 0,55 \cdot 75,3 \cdot (12,83 - 11,98) + 0,03 \cdot 12,83 \times$$

$$\times 3,8^2 = 32,2 + 5,6 = 37,8 \text{ Па};$$

- для окон паркинга в расчетных условиях

$$\Delta p_F^r = 0,55 \cdot 75,3 \cdot (14,02 - 12,32) + 0,03 \cdot 14,02 \times$$

$$\times 4,9^2 = 70,4 + 10,1 = 80,5 \text{ Па};$$

- для окон паркинга в среднесезонных условиях

$$\Delta p_F^m = 0,55 \cdot 75,3 \cdot (12,83 - 12,32) + 0,03 \times$$

$$\times 12,83 \cdot 3,8^2 = 21,1 + 5,6 = 26,7 \text{ Па};$$

- для входных дверей жилой и торговой частей в расчетных условиях

$$\Delta p_d^r = (H - 1,5) \cdot (\gamma_{ext}^r - \gamma_{int}) + 0,03 \gamma_{ext}^r \cdot (v^r)^2 =$$

$$= (75,3 - 1,5) \cdot (14,02 - 11,98) + 0,03 \cdot 14,02 \times$$

$$\times 4,9^2 = 138,1 + 10,1 = 148,2 \text{ Па};$$

- для входных дверей жилой и торговой частей в среднесезонных условиях

$$\Delta p_d^m = (H - 1,5) \cdot (\gamma_{ext}^m - \gamma_{int}) + 0,03 \cdot \gamma_{ext}^m \cdot (v^m)^2 =$$

$$= (75,3 - 1,5) \cdot (12,83 - 11,98) + 0,03 \cdot 12,83 \times$$

$$\times 3,8^2 = 50,2 + 5,6 = 55,8 \text{ Па};$$

- для входных дверей паркинга в расчетных условиях

$$\Delta p_d^r = (75,3 - 1,5) \cdot (14,02 - 12,32) + 0,03 \cdot 14,02 \times$$

$$\times 4,9^2 = 112,2 + 10,1 = 122,3 \text{ Па};$$

- для входных дверей паркинга в среднесезонных условиях

$$\Delta p_d^m = (75,3 - 1,5) \cdot (12,83 - 12,32) + 0,03 \times$$

$$\times 12,82 \cdot 3,8^2 = 24,4 + 5,6 = 30,0 \text{ Па},$$

где  $H$  — высота здания от земли до верха вытяжной шахты, равная 75,3 м;

$\gamma_{ext}^r$  — удельный вес, Н/м<sup>3</sup>, наружного воздуха в расчетный период:

$$\gamma_{ext}^r = \frac{3463}{273 - 26} = 14,02 \text{ Н/м}^3;$$

$\gamma_{ext}^m$  — удельный вес, Н/м<sup>3</sup>, наружного воздуха в среднем за отопительный период:

$$\gamma_{ext}^m = \frac{3463}{273 - 3,1} = 12,83 \text{ Н/м}^3;$$

$\gamma_{int}$  — удельный вес, Н/м<sup>3</sup>, внутреннего воздуха:

- при температуре внутреннего воздуха 20 °С (жилая часть)

$$\gamma_{int} = \frac{3463}{273 + 20} = 11,82 \text{ Н/м}^3;$$

- при температуре внутреннего воздуха 16 °С (торговый комплекс и лестнично-лифтовый узел жилой части)

$$\gamma_{int} = \frac{3463}{273 + 16} = 11,98 \text{ Н/м}^3;$$

- при температуре внутреннего воздуха 8 °С (паркинг)

$$\gamma_{int} = \frac{3463}{273 + 8} = 12,32 \text{ Н/м}^3;$$

$v'$  — расчетная скорость ветра для холодного периода, как максимальная из средних скоростей по румбам за январь, по СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» (по табл. 1)  $v' = 4,9 \text{ м/с}$ ;

$v^m$  — средняя скорость за период со средней суточной температурой воздуха >8 °С, по СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» (по табл. 1)  $v^m = 3,8 \text{ м/с}$ ;

$\Delta p_o = 10 \text{ Па}$  — разность давлений воздуха, при которой определяется сопротивление воздухопроницанию ограждений.

Требуемое сопротивление воздухопроницанию для окон при разности давлений 10 Па (рассчитывается для окон жилой части) равно:

$$R_{a,F}^{req} = \frac{1}{G_n} \cdot \left( \frac{\Delta p_F^r}{\Delta p_o} \right)^{2/3} = \frac{1}{5} \cdot \left( \frac{101,2}{10} \right)^{2/3} = 0,94 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг},$$

где  $G_n$  — нормативная воздухопроницаемость окна в металлических переплетах, равная 5 кг/(м<sup>2</sup>·ч).

Фактическое сопротивление воздухопроницанию трехслойного окна из двухкамерного стеклопакета в металлических переплетах с термовкладышами (по сертификату)

$$(R_{a,F}^r = 1,1) > (R_{a,F}^{req} = 0,94) \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг}.$$

Сопротивление воздухопроницанию окон лестнично-лифтового узла при разности давлений 10 Па принято

$$R_{a,F}^r = 0,47 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг},$$

а балконных дверей из перехода в лестницу без тамбура

$$R_{a,F}^r = 0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг}$$

и из лифтового холла с тамбуром (две двери) в переход

$$R_{a,F}^r = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг}.$$

Сопротивление воздухопроницанию входных дверей принимается  $R_{a,ed}^r = 0,16 \text{ м}^2 \cdot \text{ч/кг}$ .

Часовой расход инфильтрационного воздуха в расчетный период:

$$G_{inf}^{dp} = \sum A_F \cdot \frac{\left( \frac{\Delta p_F^r}{\Delta p_o} \right)^{2/3}}{R_{a,F}^r} + A_{ed} \cdot \frac{\left( \frac{\Delta p_{ed}^r}{\Delta p_o} \right)^{1/2}}{R_{a,ed}^r};$$

- для лестнично-лифтового узла жилой части

$$G_{inf}^{dp} = 34 \cdot \frac{\left( \frac{94,6}{10} \right)^{2/3}}{0,47} + 98 \cdot \frac{\left( \frac{94,6}{10} \right)^{2/3}}{0,5} + 98 \cdot \frac{\left( \frac{94,6}{10} \right)^{2/3}}{1} + 14 \cdot \frac{\left( \frac{148,2}{10} \right)^{1/2}}{0,16} = 326 + 883 + 442 + 337 = 1988 \text{ кг/ч};$$

- для торгового центра

$$G_{inf}^{dp} = 110 \cdot \frac{\left( \frac{94,6}{10} \right)^{2/3}}{1,1} + 8 \cdot \frac{\left( \frac{148,2}{10} \right)^{1/2}}{0,16} = 496 + 304 = 800 \text{ кг/ч};$$

- для паркинга

$$G_{inf}^{dp} = 2 \cdot \frac{\left( \frac{80,5}{10} \right)^{2/3}}{1,1} + 12 \cdot \frac{\left( \frac{122,3}{10} \right)^{1/2}}{0,16} = 7 + 401 = 408 \text{ кг/ч};$$

в среднесезонных условиях:

$$G_{inf}^{dp} = A_F \cdot \frac{\left( \frac{\Delta p_F^m}{\Delta p_o} \right)^{2/3}}{R_{a,F}^r} + A_d \cdot \frac{\left( \frac{\Delta p_d^m}{\Delta p_o} \right)^{1/2}}{R_{a,d}^r};$$

- для лестнично-лифтового узла жилой части

$$G_{inf}^{dp} = 34 \cdot \frac{\left( \frac{27,8}{10} \right)^{2/3}}{0,47} + 98 \cdot \frac{\left( \frac{27,8}{10} \right)^{2/3}}{0,5} + 98 \cdot \frac{\left( \frac{27,8}{10} \right)^{2/3}}{1} + 14 \cdot \frac{\left( \frac{55,8}{10} \right)^{1/2}}{0,16} = 176 + 478 + 239 + 207 = 1100 \text{ кг/ч};$$

- для торгового центра

$$G_{inf}^{dp} = 110 \cdot \frac{\left( \frac{37,8}{10} \right)^{2/3}}{1,1} + 8 \cdot \frac{\left( \frac{55,8}{10} \right)^{1/2}}{0,16} = 244 + 158 = 402 \text{ кг/ч};$$

■ для паркинга

$$G_{inf}^{dp} = 2 \cdot \frac{\left(\frac{26,7}{10}\right)^{2/3}}{1,1} + 12 \cdot \frac{\left(\frac{30}{10}\right)^{1/2}}{0,16} = 4 + 157 = 161 \text{ кг/ч.}$$

Средний расход воздуха, подлежащего нагреву в час с учетом продолжительности рабочего дня в различных помещениях:

■ в жилой части здания (принимается по вентиляционной норме, так как она выше инфильтрационно-го расхода воздуха), расход воздуха круглосуточный

$G_{inf} = 30 \cdot n \cdot \rho = 30 \cdot 498 \cdot 1,2 = 17928 \text{ кг/ч.}$   
(здесь  $n = 498$  жителей), а с учетом инфильтрации через лестнично-лифтовый узел

$$G_{inf} = 17928 + 1100 = 19028 \text{ кг/ч;}$$

■ в торговом центре (продолжительность рабочего дня 16 часов, без выходных)

$$G_{inf} = \frac{1,5 \cdot h \cdot A \cdot \rho \cdot 16 + G_{inf}^{dp} \cdot 8}{24} = \frac{1,5 \cdot 3,85 \cdot 826 \cdot 1,2 \cdot 16 + 402 \cdot 8}{24} = (91586 + 3216)/24 = 3950 \text{ кг/ч;}$$

■ в паркинге (средняя продолжительности работы приточной системы 12 часов в день, без выходных) при расчетной производительности приточной системы  $G_{np} = 15000 \text{ кг/ч}$

$$G_{inf} = \frac{G_{np} \cdot 12 + G_{inf}^{dp} \cdot 12}{24} = \frac{15000 \cdot 12 + 161 \cdot 12}{24} = 7580,5 \text{ кг/ч;}$$

Приведенная воздухопроницаемость ограждающих конструкций здания :

■ для жилой части здания

$$G_m = G_{inf} / A_e^{sum} = 19028 / 9467 = 2,01 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{ч;}$$

■ для торгового центра

$$G_m = G_{inf} / A_e^{sum} = 3950 / 454 = 8,70 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{ч;}$$

■ для паркинга

$$G_m = G_{inf}^{dp} / A_e^{sum} = 7580,5 / 3367 = 2,25 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{ч.}$$

Приведенный инфильтрационный (условный) коэффициент теплопередачи здания

$$K_m^{inf} = 0,28 \cdot c \cdot G_m \cdot k;$$

■ для жилой части

$$K_m^{inf} = 0,28 \cdot 1,005 \cdot 2,01 \cdot 1 = 0,566 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C);}$$

■ для торгового центра

$$K_m^{inf} = 0,28 \cdot 1,005 \cdot 8,70 \cdot 1 = 2,448 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C);}$$

■ для паркинга

$$K_m^{inf} = 0,28 \cdot 1,005 \cdot 2,25 \cdot 1 = 0,633 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C).}$$

здесь  $k$  — коэффициент, учитывающий наличие встречного теплового потока инфильтрующемуся воздуху; для стеклопакета  $k = 1$ .

Приведенный инфильтрационный (условный) коэффициент теплопередачи здания в расчетных условиях:

■ для жилой части здания

$$K_m^{inf,dp} = 0,28 \cdot c \cdot G_{inf}^{dp} \cdot k / A_e^{sum} = 0,28 \cdot 1,005 \cdot (17928 + 1988) \cdot 1 / 9467 = 0,59 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C);}$$

■ для торгового центра (за счет инфильтрации в нерабочее время)

$$K_m^{inf,dp} = 0,28 \cdot c \cdot G_{inf}^{dp} \cdot k / A_e^{sum} = 0,28 \cdot 1,005 \cdot 800 \cdot 1 / 454 = 0,496 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C);}$$

■ для паркинга (за счет инфильтрации в нерабочее время)

$$K_m^{inf,dp} = 0,28 \cdot c \cdot G_{inf}^{dp} \cdot k / A_e^{sum} = 0,28 \cdot 1,005 \cdot 408 \cdot 1 / 3367 = 0,034 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C).}$$

Общий коэффициент теплопередачи здания в среднесезонных условиях:

■ для жилой части здания

$$K_m = K_m^{tr} + K_m^{inf} = 0,647 + 0,566 = 1,213 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C);}$$

■ для торгового центра

$$K_m = K_m^{tr} + K_m^{inf} = 0,747 + 2,448 = 3,195 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C);}$$

■ для паркинга

$$K_m = K_m^{tr} + K_m^{inf} = 0,755 + 0,633 = 1,38 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C).}$$

## РАЗДЕЛ «ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ»

### 4.1. Установленная мощность систем отопления, вентиляции

Расчетный часовой расход тепловой энергии на отопление здания  $Q_h$ , кВт, равен:

$$Q_h = (Q_{ht} + Q_{inf} - Q_{int}) \cdot \beta_{hl}$$

где  $\beta_{hl} = 1,11$  для здания башенного типа по п. 3.5.6. МГСН 2.01-99;

$Q_{ht}$  — трансмиссионные теплопотери через оболочку здания,

$$Q_{ht} = K_m^{tr} \cdot (t_{int1}^h + t_{ext}) \cdot A_{e1}^{sum} \cdot 10^{-3};$$

$Q_{inf}$  — расход теплоты на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха

$$Q_{inf} = K_m^{inf,dp} \cdot (t_{int1}^h + t_{ext}) \cdot A_{e1}^{sum} \cdot 10^{-3};$$

$Q_{int}$  — теплопоступления от внутренних источников в жилых зданиях при расчете установленной мощности систем отопления принимаются по СНиП 2.04.05-91\*, 1997 г. по величине удельных тепловыделений на  $1 \text{ м}^2$  жилой площади  $A_r$ , равной  $q_{int} = 10 \text{ Вт/м}^2$ ;

■ для жилой части здания

$Q_h = (281,7 + 256,9 - 69,1) \cdot 1,11 = 530,5 \text{ кВт}$ ,  
при расчетной температуре для отопления

$$t_{int1}^h = 20^\circ\text{C};$$

$$Q_{ht} = 0,647 \cdot (20 + 26) \cdot 9467 \cdot 10^{-3} = 281,7 \text{ кВт};$$

$$Q_{inf} = 0,59 \cdot (20 + 26) \cdot 9467 \cdot 10^{-3} = 256,9 \text{ кВт};$$

$$Q_{int} = q_{int} \cdot A_r = 10 \cdot 6908 \cdot 10^{-3} = 69,1 \text{ кВт}$$

(в соответствии с практикой разработки тома «Энергоэффективность» площадь кухонь при расчете теплопоступлений не учитывается; компенсации потерь тепла на подогрев инфильтрационного воздуха через окна кухонь также не учитываются);

■ для торгового центра

$Q_h = (14,2 + 9,5) \cdot 1,11 = 26,3 \text{ кВт}$ ,  
при расчетной температуре для отопления

$$t_{int1}^h = 16^\circ\text{C};$$

$$Q_{ht} = 0,747 \cdot (16 + 26) \cdot 454 \cdot 10^{-3} = 14,2 \text{ кВт};$$

$$Q_{inf} = 0,496 \cdot (16 + 26) \cdot 454 \cdot 10^{-3} = 9,5 \text{ кВт};$$

■ для паркинга

$$Q_h = (86,4 + 3,9) \cdot 1,11 = 100,2 \text{ кВт},$$

при расчетной температуре для отопления  
 $t_{int1}^h = 8^\circ\text{C}$ ;

$$Q_{ht} = 0,755 \cdot (8 + 26) \cdot 3367 \cdot 10^{-3} = 86,4 \text{ кВт};$$

$$Q_{inf} = 0,034 \cdot (8 + 26) \cdot 3367 \cdot 10^{-3} = 3,9 \text{ кВт}.$$

В общем по зданию расчетный часовой расход тепловой энергии на отопление составляет:

$$Q_h = 530,5 + 26,3 + 100,2 = 657,0 \text{ кВт}.$$

Расчетный часовой расход тепловой энергии на вентиляцию здания равен:

$$Q_{vent} = 0,28 \cdot G_{np,b} \cdot c \cdot (t_{int1}^h + t_{ext}) \cdot 10^{-3},$$

где  $G_{np,b}$  — массовый расход вентиляционного приточного воздуха по проекту, кг/ч;

■ для торгового центра при  $G_{np,b} = 5725 \text{ кг/ч}$

$$Q_{vent} = 0,28 \cdot 5725 \cdot 1,005 \cdot (16 + 26) \cdot 10^{-3} = 67,663 \text{ кВт};$$

■ для паркинга при  $G_{np,b} = 15000 \text{ кг/ч}$

$$Q_{vent} = 0,28 \cdot 15000 \cdot 1,005 \cdot (8 + 26) \cdot 10^{-3} = 143,514 \text{ кВт}.$$

В общем по зданию расчетный часовой расход тепловой энергии на вентиляцию составляет:

$$Q_h = 67,663 + 143,514 = 211,2 \text{ кВт}.$$

Удельный максимальный часовой расход тепловой энергии на  $1 \text{ м}^2$  отапливаемой площади:

на отопление

■ для жилой части здания

$$q_h = Q_h \cdot 10^3 / A_h = 530,5 \cdot 10^3 / 12346 = 43,0 \text{ Вт/м}^2;$$

■ для торгового центра

$$q_h = Q_h \cdot 10^3 / A_h = 26,3 \cdot 10^3 / 950 = 27,7 \text{ Вт/м}^2;$$

■ для паркинга

$$q_h = Q_h \cdot 10^3 / A_h = 100,2 \cdot 10^3 / 1935 = 51,8 \text{ Вт/м}^2;$$

■ в целом по зданию

$$q_h = \frac{Q_h \cdot 10^3}{A_h} = \frac{657,0 \cdot 10^3}{12346 + 950 + 1935} = 43,1 \text{ Вт/м}^2;$$



на вентиляцию

■ для торгового центра

$$q_v = Q_{vent} \cdot 10^3 / A_h = 67,7 \cdot 10^3 / 950 = 71,3 \text{ Вт/м}^2;$$

■ для паркинга

$$q_v = Q_{vent} \cdot 10^3 / A_h = 143,5 \cdot 10^3 / 1935 = 74,2 \text{ Вт/м}^2;$$

■ в целом по зданию

$$q_v = \frac{211,2 \cdot 10^3}{12346 + 950 + 1935} = 13,9 \text{ Вт/м}^2.$$

Удельная тепловая характеристика

$$q_m = \frac{Q_h \cdot 10^3}{V_h \cdot \Delta t};$$

■ для жилой части здания

$$q_m = \frac{530,5 \cdot 10^3}{60150 \cdot 46} = 0,192 \text{ Вт/(м}^3 \cdot \text{°C)};$$

■ для торгового центра

$$q_m = \frac{26,3 \cdot 10^3}{3990 \cdot 42} = 0,157 \text{ Вт/(м}^3 \cdot \text{°C)};$$

■ для паркинга

$$q_m = \frac{100,2 \cdot 10^3}{5515 \cdot 34} = 0,534 \text{ Вт/(м}^3 \cdot \text{°C)};$$

#### 4.2. Годовые базовые расходы конечных видов энергоносителей на здание

Годовые базовые расходы тепловой энергии:

на отопление за отопительный период

$Q_{h,bas}^y$ , кВт·ч, рассчитываются по формуле

$$Q_{h,bas}^y = \frac{24 \cdot Q_h \cdot z_{ht} \cdot (t_{int} + t_{ht})}{t_{int}^h + t_{ext}};$$

■ для жилой части здания

$$Q_{h,bas}^y = \frac{24 \cdot 530,5 \cdot 214 \cdot (20 + 3,1)}{20 + 26} = 1\,368\,247 \text{ кВт·ч};$$

■ для торгового центра

$$Q_{h,bas}^y = \frac{24 \cdot 26,3 \cdot 214 \cdot (16 + 3,1)}{16 + 26} = 58\,636 \text{ кВт·ч};$$

■ для паркинга

$$Q_{h,bas}^y = \frac{24 \cdot 100,2 \cdot 214 \cdot (8 + 3,1)}{8 + 26} = 168\,010 \text{ кВт·ч};$$

■ в целом по зданию

$$Q_{h,bas}^y = 1\,368\,247 + 58\,636 + 168\,010 = 1\,594\,893 \text{ кВт·ч};$$

на принудительную вентиляцию  $Q_v^y$ , кВт·ч

■ для торгового центра

$$Q_v^y = \frac{16 \cdot Q_{vent} \cdot (t_{int}^h + t_{ht}) \cdot z_{ht}}{t_{int}^h + t_{ext}} = \frac{16 \cdot 67,7 \cdot 214 \cdot (16 + 3,1)}{16 + 26} = 105\,415 \text{ кВт·ч};$$

■ для паркинга

$$Q_v^y = \frac{12 \cdot Q_{vent} \cdot (t_{int}^h + t_{ht}) \cdot z_{ht}}{t_{int}^h + t_{ext}} = \frac{12 \cdot 143,5 \cdot 214 \cdot (8 + 3,1)}{8 + 26} = 120\,307 \text{ кВт·ч};$$

■ в целом по зданию

$$Q_v^y = 105\,415 + 120\,307 = 225\,722 \text{ кВт·ч};$$

Годовые удельные базовые расходы тепловой энергии за отопительный период равны:

на отопление  $q_{h,bas}^y = Q_{h,bas}^y / A_h$ ;

■ для жилой части здания

$$q_{h,bas}^y = 1\,368\,247 / 12\,346 = 110,8 \text{ кВт·ч/м}^2;$$

■ для торгового центра

$$q_{h,bas}^y = 58\,636 / 950 = 61,7 \text{ кВт·ч/м}^2;$$

■ для паркинга

$$q_{h,bas}^y = 168\,010 / 1935 = 86,8 \text{ кВт·ч/м}^2;$$

■ в целом по зданию

$$q_{h,bas}^y = 1594893 / (12346 + 950 + 1935) = 104,7 \text{ кВт·ч/м}^2;$$

на принудительную вентиляцию

$$q_v^y = Q_v^y / A_h;$$

■ для торгового центра

$$q_v^y = 105\,415 / 950 = 111,0 \text{ кВт·ч/м}^2;$$

■ для паркинга

$$q_v^y = 120\,307 / 1935 = 62,2 \text{ кВт·ч/м}^2;$$

- в целом по зданию

$$q_y^y = 225\,722 / (12346 + 950 + 1935) = 14,8 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2.$$

Удельная эксплуатационная энергоемкость систем  $q_y$ , кВт·ч/м<sup>2</sup>, равна:

$$q_y = q_{h,bas}^y + q_y^y;$$

- для жилой части здания

$$q_y = 110,8 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2;$$

- для торгового центра

$$q_y = 61,7 + 111,0 = 172,7 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2;$$

- для паркинга

$$q_y = 86,8 + 62,2 = 149,0 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2;$$

- в целом по зданию

$$q_y = 104,7 + 14,8 = 119,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2.$$

### РАЗДЕЛ «ГODOVое ПОТРЕБЛЕНИЕ ТЕПЛА СИСТЕМОЙ ОТОПЛЕНИЯ И СРАВНЕНИЕ ЕГО С НОРМАТИВНЫМ»

Общие теплопотери через оболочку здания за отопительный период с учетом нагрева вентиляционной нормы воздуха:

- для жилой части здания

$$\begin{aligned} Q_{ht}^y &= 0,024 \cdot K_m \cdot D_{20} \cdot A_{e1}^{sum} = \\ &= 0,024 \cdot 1,213 \cdot 4943 \cdot 9467 = 1\,362\,307 \text{ кВт} \cdot \text{ч}; \end{aligned}$$

- для торгового центра

$$\begin{aligned} Q_{ht}^y &= 0,024 \cdot K_m \cdot D_{20} \cdot A_{e1}^{sum} = \\ &= 0,024 \cdot 3,195 \cdot 4943 \cdot 454 = 172\,079 \text{ кВт} \cdot \text{ч}; \end{aligned}$$

- для паркинга

$$\begin{aligned} Q_{ht}^y &= 0,024 \cdot K_m \cdot D_{20} \cdot A_{e1}^{sum} = \\ &= 0,024 \cdot 1,380 \cdot 2375 \cdot 3367 = 264\,848 \text{ кВт} \cdot \text{ч}; \end{aligned}$$

- для здания в целом

$$Q_{ht}^y = 1362\,307 + 172\,079 + 264\,848 = 1\,800\,150 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Бытовые тепlopоступления в здание с учетом рабочего времени:

- для жилой части здания в размере

$$q_{int} = 17 \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{ жилой площади круглосуточно};$$

- для торгового центра

от людей в размере 90 Вт на человека при средней заполняемости помещений в рабочее время 0,15;

от освещения при максимально допустимой удельной установленной мощности 35 Вт/м<sup>2</sup> расчетной площади в соответствии с табл. 8.2. МГСН 2.01.99 в течение 75% рабочего времени;

от оргтехники и технологического оборудования в размере 10 Вт/м<sup>2</sup>, 15% расчетной площади торгового центра при использовании каждого источника 0,7 рабочего времени:

$$\begin{aligned} q_{int} &= \frac{16 \cdot [90 \cdot (50 + 0,15 \cdot 350) + 35 \cdot 826 \cdot 0,75 + 10 \cdot 826 \cdot 0,7 \cdot 0,15]}{24 \cdot 826} = \\ &= 25,64 \text{ Вт} / \text{м}^2; \end{aligned}$$

- для паркинга:

от освещения при максимально допустимой удельной установленной мощности 10 Вт/м<sup>2</sup>, расчетной площади и в течение 0,75 рабочего времени;

от работающих двигателей в размере 10 Вт/м<sup>2</sup>, 5% расчетной площади паркинга и в течение 0,3 суток:

$$\begin{aligned} q_{int} &= (10 \cdot 1188 \cdot 0,75 + 10 \cdot 1188 \cdot 0,3 \cdot 0,05) / 1188 = \\ &= 7,5 \text{ Вт} / \text{м}^2. \end{aligned}$$

Общие бытовые тепlopоступления за отопительный период равны:

- для жилой части здания

$$\begin{aligned} Q_{int}^y &= 0,024 \cdot q_{int} \cdot A_r \cdot z_{ht} = \\ &= 0,024 \cdot 17 \cdot 6908 \cdot 214 = 603151 \text{ кВт} \cdot \text{ч}; \end{aligned}$$

- для торгового центра

$$\begin{aligned} Q_{int}^y &= 0,024 \cdot q_{int} \cdot A_r \cdot z_{ht} = \\ &= 0,024 \cdot 25,64 \cdot 826 \cdot 214 = 108773 \text{ кВт} \cdot \text{ч}; \end{aligned}$$

- для паркинга

$$\begin{aligned} Q_{int}^y &= 0,024 \cdot q_{int} \cdot A_r \cdot z_{ht} = \\ &= 0,024 \cdot 7,5 \cdot 1188 \cdot 214 = 45762 \text{ кВт} \cdot \text{ч}; \end{aligned}$$

- для здания в целом

$$\begin{aligned} Q_{int}^y &= 603151 + 108773 + 45762 = \\ &= 757\,686 \text{ кВт} \cdot \text{ч}. \end{aligned}$$

Теплопоступления в здание через окна за отопительный период равны:

$$Q_s^y = \tau_F \cdot K_F \cdot (A_{F1} \cdot I_1 + A_{F2} \cdot I_2 + A_{F3} \cdot I_3 + A_{F4} \cdot I_4)$$

■ для жилой части здания (см. «Энергетический паспорт», п. 2.5.2)

$$Q_s^y = 0,78 \cdot 0,76 \cdot (163020 + 27122 + 45227 + 157014) = 232605 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

■ для торгового центра

$$Q_s^y = 0,78 \cdot 0,76 \cdot (6006 + 6816) = 7601 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

■ для паркинга

$$Q_s^y = 0,78 \cdot 0,76 \cdot 142 = 84 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

■ для здания в целом

$$Q_s^y = 232605 + 7601 + 84 = 240290 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Потребность в тепловой энергии на отопление за отопительный период с учетом нагрева вентиляционной нормы воздуха равна:

$$Q_h^y = [Q_{ht}^y - (Q_{int}^y + Q_s^y) \cdot \eta \cdot v] \cdot \beta_{ht};$$

■ для жилой части здания

$$Q_h^y = [1\,362\,307 - (603151 + 232605) \cdot 0,95 \cdot 0,8] \times 1,13 = 769698 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

■ для торгового центра

$$Q_h^y = [172079 - (108773 + 7601) \cdot 0,95 \cdot 0,8] \cdot 1,11 = 92\,835 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

■ для паркинга

$$Q_h^y = [264848 - (45762 + 84) \cdot 0,95 \cdot 0,8] \cdot 1,11 = 255306 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

■ для здания в целом

$$Q_h^y = 769\,698 + 92\,835 + 255\,306 = 1\,117\,839 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

где  $\eta = 0,95$  для всего здания, в котором в двухтрубной системе отопления установлены радиаторы с термостатами и имеется авторегулирование на вводе.

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания с учетом нагрева вентиляционной нормы воздуха за отопительный период равен:

$$q_h^{des} = Q_h^y / A_h;$$

■ для жилой части здания

$$q_h^{des} = 769\,698 / 12\,346 = 62,3 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2;$$

■ для торгового центра

$$q_h^{des} = 92\,895 / 950 = 97,7 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2;$$

■ для паркинга

$$q_h^{des} = 255\,306 / 1935 = 131,9 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2;$$

■ для здания в целом

$$q_h^{des} = 1\,117\,839 / (12\,346 + 950 + 1935) = 73,4 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2.$$

Таблица 24.3

РАЗДЕЛ «ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ЗДАНИЯ»

| Параметры                                                                                         | Обозначение      | Единица измерения       | В е л и ч и н а |                |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|-----------------|----------------|---------|
|                                                                                                   |                  |                         | жилой дом       | торговый центр | паркинг |
| 1. Нормативные параметры теплозащиты здания                                                       |                  |                         |                 |                |         |
| 1.1. Требуемое сопротивление теплопередаче:                                                       | $R_o^{req}$      | м <sup>2</sup> ·°C/Вт   |                 |                |         |
| стен по грунту                                                                                    | $R_{o,w1}^{req}$ | м <sup>2</sup> ·°C/Вт   | 3,13            | 2,68           | 0,558   |
|                                                                                                   | $R_{o,w2}^{req}$ | м <sup>2</sup> ·°C/Вт   | 1,81            | —              | 0,558   |
| покрытий                                                                                          | $R_{o,c1}^{req}$ | м <sup>2</sup> ·°C/Вт   | 4,67            | —              | 0,651   |
| полов по грунту                                                                                   | $R_{o,f1}^{req}$ | м <sup>2</sup> ·°C/Вт   | 2,52            | —              | 1,56    |
| перекрытий под эркерами                                                                           | $R_{o,f2}^{req}$ | м <sup>2</sup> ·°C/Вт   | 4,67            | —              | —       |
| окон                                                                                              | $R_{o,F}^{req}$  | м <sup>2</sup> ·°C/Вт   | 0,56            | 0,56           | 0,34    |
| входных дверей                                                                                    | $R_{o,d}^{req}$  | м <sup>2</sup> ·°C/Вт   | 0,81            | 0,7            | 0,33    |
| 1.2. Требуемый приведенный коэффициент теплопередачи здания (расчетный)                           | $K_m^{req}$      | Вт/(м <sup>2</sup> ·°C) | 0,66            | 0,87           | 1,176   |
| 1.3. Требуемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций:                                      | $G_m^{req}$      | кг/(м <sup>2</sup> ·ч)  |                 |                |         |
| наружных стен                                                                                     | $G_{m,w}^{req}$  | кг/(м <sup>2</sup> ·ч)  | 0,5             | 0,5            | 1       |
| окон и витражей                                                                                   | $G_{m,F}^{req}$  | кг/(м <sup>2</sup> ·ч)  | 5               | 5              | 8       |
| (при разности давлений 10 Па)                                                                     |                  |                         |                 |                |         |
| дверей и ворот                                                                                    | $G_{m,d}^{req}$  | кг/(м <sup>2</sup> ·ч)  | 5               | 5              | 8       |
| покрытий                                                                                          | $G_{m,c1}^{req}$ | кг/(м <sup>2</sup> ·ч)  | 0,5             | 0,5            | 1       |
| перекрытий под эркерами                                                                           | $G_{m,f2}^{req}$ | кг/(м <sup>2</sup> ·ч)  | 0,5             | —              | —       |
| 1.4. Требуемый удельный расход тепловой энергии системами отопления здания за отопительный период | $q_h^{req}$      | кВт·ч/м <sup>2</sup>    | 95              | 175            | —       |
| 2. Расчетные показатели и характеристики здания                                                   |                  |                         |                 |                |         |
| 2.1. Объемно-планировочные и заселения                                                            |                  |                         |                 |                |         |
| 2.1.1. Строительный объем                                                                         | $V_o$            | м <sup>3</sup>          | 60150           | 3990           | 5515    |
| в том числе отапливаемой части                                                                    | $V_h$            | м <sup>3</sup>          | 60150           | 3990           | 5515    |
| 2.1.2. Количество квартир                                                                         |                  |                         | 66              | —              | 66 а/м  |
| 2.1.3. Расчетное количество людей                                                                 |                  |                         | 498             | 400            | —       |
| 2.1.4. Полезная площадь                                                                           | $A_k$            | м <sup>2</sup>          | 10650           | 950            | 1935    |
| Отапливаемая площадь                                                                              | $A_h$            | м <sup>2</sup>          | 12346           | 950            | 1935    |
| 2.1.5. Площадь жилых помещений и расчетная площадь нежилых                                        | $A_r$            | м <sup>2</sup>          | 6908            | 826            | 1188    |
| 2.1.6. Высота этажа:                                                                              | $h$              | м                       |                 |                |         |



Продолжение табл. 24.3

| Параметры                                                                                                     | Обозначение  | Единица измерения     | В е л и ч и н а |                |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------|-----------------|----------------|---------|
|                                                                                                               |              |                       | жилой дом       | торговый центр | паркинг |
| от пола до пола                                                                                               |              | м                     | 3,3             | 4,2            | 2,85    |
| от пола до потолка                                                                                            |              | м                     | 2,95            | 3,85           | 2,45    |
| 2.1.7. Общая площадь наружных ограждающих конструкций отапливаемой части здания, в том числе:                 | $A_e^{sum}$  | м                     | 9467            | 454            | 3367    |
| стен, включая окна и входные двери в здание                                                                   | $A_{w+F+d}$  | м <sup>2</sup>        | 7904            | 454            | 16      |
| стен в грунте, в том числе                                                                                    | $A_{w2}$     | м <sup>2</sup>        | 135             | —              | 539     |
| 1-й зоны                                                                                                      | $A_{w2(1)}$  | м <sup>2</sup>        | 75              | —              | 440     |
| 2-й зоны                                                                                                      | $A_{w2(2)}$  | м <sup>2</sup>        | 60              | —              | 99      |
| покрытия                                                                                                      | $A_c$        | м <sup>2</sup>        | 1208            | —              | 877     |
| полов по грунту, в том числе                                                                                  | $A_{f1}$     | м <sup>2</sup>        | 150             | —              | 1935    |
| 2-й зоны                                                                                                      |              |                       | 29              | —              | 331     |
| 3-й зоны                                                                                                      |              |                       | 80              | —              | 399     |
| 4-й зоны                                                                                                      |              |                       | 41              | —              | 1205    |
| перекрытий под эркером                                                                                        | $A_{r2}$     | м <sup>2</sup>        | 70              | —              | —       |
| окон, в том числе                                                                                             | $A_F$        | м <sup>2</sup>        | 1765            | 110            | 2       |
| в квартирах                                                                                                   | $A_{F1}$     | м <sup>2</sup>        | 1535            | —              | —       |
| окон в лестнично-лифтовом узле                                                                                | $A_{F2}$     | м <sup>2</sup>        | 34              | —              | —       |
| балконных дверей переходов в лестничную клетку, без тамбура                                                   | $A_{F3}$     | м <sup>2</sup>        | 98              | —              | —       |
| балконных дверей из лестнично-лифтового холла, с тамбуром в переход                                           | $A_{F4}$     | м <sup>2</sup>        | 98              | —              | —       |
| входных дверей и ворот                                                                                        | $A_d$        | м <sup>2</sup>        | 14              | 8              | 12      |
| 2.1.8. Отношение площади наружных ограждений отапливаемой части здания к отапливаемой площади $A_e^{sum}/A_h$ | $k$          | —                     | 0,766           | 0,478          | 1,74    |
| 2.1.9. Отношение площади окон к площади стен, включая окна $A_F/A_{w+F}$                                      | $p$          | —                     | 0,22            | 0,242          | 0,125   |
| 2.1.10. Компактность здания $A_e^{sum}/V_h$                                                                   | $k_e$        | —                     | 0,157           | 0,114          | 0,61    |
| 2.2. Уровень теплозащиты                                                                                      |              |                       |                 |                |         |
| 2.2.1. Приведенное сопротивление теплопередаче:                                                               |              |                       |                 |                |         |
| наружных стен                                                                                                 | $R_{o,w1}^r$ | м <sup>2</sup> ·°С/Вт | 3,19            | 3,19           | 0,95    |
| стен в грунте в среднем                                                                                       | $R_{o,w2}^r$ | м <sup>2</sup> ·°С/Вт | 2,72            | —              | 2,31    |
| покрытия                                                                                                      |              |                       | 4,74            | —              | 1,37    |
| полов по грунту в среднем                                                                                     | $R_{o,f1}^r$ | м <sup>2</sup> ·°С/Вт | 7,93            | —              | 9,29    |
| перекрытий под эркерами                                                                                       | $R_{o,f}^r$  | м <sup>2</sup> ·°С/Вт | 4,73            | —              | —       |
| окон                                                                                                          | $R_{o,F}^r$  | м <sup>2</sup> ·°С/Вт | 0,56            | 0,56           | 0,56    |

Продолжение табл. 24.3

| Параметры                                                                                            | Обозначение | Единица измерения       | В е л и ч и н а |                |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------|-----------------|----------------|---------|
|                                                                                                      |             |                         | жилой дом       | торговый центр | паркинг |
| входных дверей и ворот                                                                               | $R_{o,d}^r$ | м <sup>2</sup> ·°С/Вт   | 1,2             | 1,2            | 1,2     |
| 2.2.2. Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания                                  | $K_m^{tr}$  | Вт/(м <sup>2</sup> ·°С) | 0,647           | 0,747          | 0,755   |
| 2.2.3. Сопротивление воздухопроницанию наружных ограждающих конструкций:                             |             |                         |                 |                |         |
| наружных стен                                                                                        | $R_{a,w}$   | м <sup>2</sup> ·ч·Па/кг | >55000          | >55000         | >55000  |
| покрытия                                                                                             | $R_{a,c1}$  | м <sup>2</sup> ·ч·Па/кг | —               | ∞              | ∞       |
| перекрытий под эркерами                                                                              | $R_{a,f2}$  | м <sup>2</sup> ·ч·Па/кг | —               | ∞              | ∞       |
| окон квартир и торгового центра                                                                      | $R_{a,F}$   | м <sup>2</sup> ·ч/кг    | 1,1             | 1,1            | 1,1     |
| окон лестничной клетки                                                                               | $R_{a,F}$   | м <sup>2</sup> ·ч/кг    | 0,47            | —              | —       |
| входных дверей                                                                                       | $R_{a,d}$   | м <sup>2</sup> ·ч/кг    | 0,16            | 0,16           | 0,16    |
| дверей переходов без тамбура                                                                         | $R_{a,d}$   | м <sup>2</sup> ·ч/кг    | 0,5             | —              | —       |
| дверей переходов с тамбуром                                                                          | $R_{a,d}$   | м <sup>2</sup> ·ч/кг    | 1,0             | —              | —       |
| 2.2.4. Приведенная воздухопроницаемость ограждающих конструкций здания (при разности давлений 10 Па) | $G_m$       | кг/(м <sup>2</sup> ·ч)  | 2,76            | 8,73           | 2,25    |
| 2.2.5. Приведенный инфильтрационный (условный) коэффициент теплопередачи здания                      | $K_m^{inf}$ | Вт/(м <sup>2</sup> ·°С) | 0,566           | 2,448          | 0,633   |
| 2.2.6. Общий коэффициент теплопередачи здания                                                        | $K_m$       | Вт/(м <sup>2</sup> ·°С) | 1,213           | 3,195          | 1,38    |
| 2.3. Энергетические нагрузки здания                                                                  |             |                         |                 |                |         |
| 2.3.1. Установленная мощность систем инженерного оборудования:                                       |             |                         |                 |                |         |
| отопления                                                                                            | $Q_h$       | кВт                     | 530,5           | 26,3           | 100,2   |
| вентиляции                                                                                           | $Q_v$       | кВт                     | —               | 67,7           | 143,5   |
| 2.3.4. Удельный максимальный часовой расход тепловой энергии на 1 м <sup>2</sup> общей площади:      |             |                         |                 |                |         |
| на отопление                                                                                         | $q_h$       | Вт/м <sup>2</sup>       | 43,0            | 27,7           | 51,8    |
| на вентиляцию                                                                                        | $q_v$       | Вт/м <sup>2</sup>       | —               | 71,3           | 74,2    |
| 2.3.5. Удельная тепловая характеристика здания                                                       | $q_m$       | Вт/(м <sup>3</sup> ·°С) | 0,192           | 0,157          | 0,534   |
| 2.4. Показатели эксплуатационной энергоемкости здания за год                                         |             |                         |                 |                |         |
| 2.4.1. Годовые расходы конечных видов энергоносителей на здание:                                     |             |                         |                 |                |         |
| тепловой энергии на отопление за отопительный период                                                 | $Q_h^y$     | МВт·ч                   | 1368,2          | 58,6           | 168,0   |

Продолжение табл. 24.3

| Параметры                                                                         | Обозначение   | Единица измерения    | В е л и ч и н а |                |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------|-----------------|----------------|---------|
|                                                                                   |               |                      | жилой дом       | торговый центр | паркинг |
| тепловой энергии на вентиляцию                                                    | $Q_v^y$       | МВт·ч                | —               | 105,4          | 120,3   |
| 2.4.2. Годовые удельные базовые расходы конечных видов энергоносителей:           |               |                      |                 |                |         |
| тепловой энергии на отопление за отопительный период                              | $q_{h,bas}^y$ | кВт·ч/м <sup>2</sup> | 110,8           | 61,7           | 86,8    |
| тепловой энергии на вентиляцию                                                    | $q_v^y$       | кВт·ч/м <sup>2</sup> | —               | 111,0          | 62,2    |
| 2.4.3. Удельная эксплуатационная энергоемкость здания                             | $q^y$         | кВт·ч/м <sup>2</sup> | 110,8           | 172,7          | 149,0   |
| 2.5. Теплоэнергетические параметры теплозащиты здания                             |               |                      |                 |                |         |
| 2.5.1. Общие теплотери через оболочку здания за отопительный период               | $Q_{ht}^y$    | кВт·ч                | 1362307         | 172079         | 264848  |
| 2.5.2. Теплопоступления в здание за отопительный период:                          |               |                      |                 |                |         |
| удельные бытовые тепловыделения                                                   | $q_{int}$     | Вт/м <sup>2</sup>    | 17,0            | 25,6           | 7,5     |
| бытовые теплопоступления в здание                                                 | $Q_{int}^y$   | кВт·ч/год            | 603151          | 108773         | 45762   |
| теплопоступления от солнечной радиации                                            | $Q_s^y$       | кВт·ч/год            | 232605          | 7601           | 84,0    |
| площадь окон, ориентированных:                                                    |               |                      |                 |                |         |
| на юго-запад                                                                      | A             | м <sup>2</sup>       | 380             | 14,0           | —       |
| на северо-запад                                                                   | A             | м <sup>2</sup>       | 382             | 96,0           | 2,0     |
| на северо-восток                                                                  | A             | м <sup>2</sup>       | 637             | —              | —       |
| на юго-восток                                                                     | A             | м <sup>2</sup>       | 366             | —              | —       |
| падающая на окна солнечная радиация при интенсивности:                            |               |                      |                 |                |         |
| на ЮЗ 429 кВт·ч/м <sup>2</sup>                                                    | A-I           | кВт·ч                | 163020          | 6006           | —       |
| на СЗ 71 кВт·ч/м <sup>2</sup>                                                     | A-I           | кВт·ч                | 27122           | 6816           | 142,0   |
| на СВ 71 кВт·ч/м <sup>2</sup>                                                     | A-I           | кВт·ч                | 45227           | —              | —       |
| на ЮВ 429 кВт·ч/м <sup>2</sup>                                                    | A-I           | кВт·ч                | 157014          | —              | —       |
| коэффициент, учитывающий затенение окон непрозрачными элементами                  | $\tau_F$      | —                    | 0,78            | 0,78           | 0,78    |
| коэффициент относительного проникания солнечной радиации через окна               | $k_F$         | —                    | 0,76            | 0,76           | 0,76    |
| 2.5.3. Потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период: |               |                      |                 |                |         |
| коэффициент, учитывающий аккумулирующую способность ограждений                    | v             | —                    | 0,8             | 0,8            | 0,8     |

Окончание табл. 24.3

| Параметры                                                                                  | Обозначение  | Единица измерения    | В е л и ч и н а |                |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------|-----------------|----------------|---------|
|                                                                                            |              |                      | жилой дом       | торговый центр | паркинг |
| коэффициент, учитывающий дополнительное теплотребление системы отопления                   | $\beta_{ht}$ | —                    | 1,13            | 1,11           | 1,11    |
| Потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период                  | $Q_{ht}^y$   | кВт·ч                | 769698          | 93851          | 255306  |
| Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период      | $q_h^{des}$  | кВт·ч/м <sup>2</sup> | 62,3            | 97,7           | 131,9   |
| 2.5.4. Проверка на соответствие проекта теплозащиты нормам МГСН по потребителскому подходу |              |                      |                 |                |         |
| Нормируемый удельный расход тепловой энергии системой отопления                            | $q_h^{req}$  | кВт·ч/м <sup>2</sup> | 95              | 175            | —       |
| Соответствует ли проект теплозащиты требованиям МГСН по потребителскому подходу            |              |                      | Да              | Да             | —       |
| 2.6. Расчетные условия                                                                     |              |                      |                 |                |         |
| Расчетная температура внутреннего воздуха для расчета теплозащиты                          | $t_{int}$    | °С                   | 20              | 20             | 8       |
| Температура внутреннего воздуха для расчета систем отопления                               | $t_{int}^h$  | °С                   | 20              | 16             | 8       |
| Расчетная температура наружного воздуха для теплозащиты                                    | $t_{ext}$    | °С                   | –28             | –28            | –28     |
| Расчетная температура наружного воздуха для отопления                                      | $t_{ext}^h$  | °С                   | –26             | –26            | –26     |
| Продолжительность отопительного периода                                                    | $z_{ht}$     | сут.                 | 214             | 214            | 214     |
| Средняя температура наружного воздуха за отопительный период                               | $t_{ht}$     | °С                   | –3,1            | –3,1           | –3,1    |
| Градусосутки отопительного периода                                                         | $D_d$        | °С·сут               | 4943            | 4943           | 2375    |

## РАЗДЕЛ «ЗАКЛЮЧЕНИЕ»

Расчетный показатель компактности  $K_e^{des} = 0,157$  ниже среднего нормативного значения; для зданий выше 16 этажей  $K_e^{des} = 0,25$ .

Здание спроектировано с отношением площади окон к площади стен (включая окна)  $A_F/A_{w+F} \cdot p = 0,22$ , что выше рекомендуемого 0,18, поэтому в здании приняты окна с сопротивлением теплопередаче 0,56 м<sup>2</sup>·°С/Вт.

Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи наружных ограждений  $K_m^{tr} = 0,643$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С) ниже требуемого  $K_m^{req} = 0,66$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С), рассчитанного в соответствии с нормами табл. 16 СНиП II-3-79\* «Строительная теплотехника», изд. 1998 г. Все ограждения здания спроектированы с теплозащитными качествами, удовлетворяющими требованиям табл. 16 СНиП II-3-79\* «Строительная теплотехника», 1998 г.

Нормы воздухопроницаемости соблюдены.



Принятые объемно-планировочные решения здания, конструктивные решения ограждений и решения инженерных систем позволили выдерживать величину удельного расхода тепловой энергии системами отопления в жилой зоне ниже нормативной:

$$(q_h^{des} = 62,3) < (q_h^{req} = 95,0) \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2.$$

По общественной части здания проектное теплопотребление ниже нормативного, по зданию в целом удельный расход энергии можно считать удовлетворительным:  $q_h^{des} = 73,4 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ .

Таким образом, проект теплозащитных свойств здания удовлетворяет нормативным требованиям по предписывающему и потребительскому подходам.

## Глава 25. Охрана окружающей среды

### Прогнозирование загрязнения атмосферного воздуха в составе раздела проекта «Охрана окружающей среды»

#### ОБЩАЯ ЧАСТЬ

В проектную документацию (проект, рабочий проект) для нового строительства, расширения или реконструкции зданий и сооружений включается обязательный раздел «Охрана окружающей среды». Этот раздел разрабатывается в соответствии с законами РФ («Об охране окружающей природной среды» 2002 г.; «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» 1998 г.; «Об охране атмосферного воздуха» 1998 г. и др.), нормативными документами по строительству и экологии (ОНД 1-84, РД 52.04.52-85, ОНД-86, ОНТП-01-91, РД 11-17.9903-88), «Инструкцией по разработке раздела «Охрана окружающей среды» проектной документации для строительства в Москве» и др.

В состав раздела входят следующие подразделы:

- охрана атмосферного воздуха от загрязнения;
- защита от вредного воздействия физических факторов;
- организация санитарно-защитной зоны;
- охрана поверхностных и подземных вод от загрязнения и истощения;
- контроль за отходами;
- защита окружающей среды при проектировании городских улиц и дорог;
- оценка воздействия объекта строительства на окружающую среду (ОВОС).

Разработка раздела позволяет определить возможность и целесообразность размещения данного здания или сооружения на конкретной территории, исходя из сложившейся экологической ситуации, характер и степень предполагаемых изменений окружающей среды в результате планируемой хозяйственной деятельности.

При проектировании многоэтажных жилых зданий со встроенно-пристроенными нежилыми помещениями в состав последних могут входить гаражи,

автономные источники теплоснабжения (котельные) и другие помещения, из которых вредные вещества выбрасываются в атмосферу. При разработке подраздела по охране атмосферного воздуха от загрязнений проводят расчет рассеивания вредных веществ от источников их выделения. Основная задача проектировщика состоит в том, чтобы расчетные значения загрязнения не превышали норм, регламентированных ГОСТ 12.1.005-88, СанПиН 2.1.6.575-96 и др.

При превышении нормативных величин разрабатываются мероприятия по снижению уровня загрязнения атмосферы.

Концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов не должны превышать максимальных разовых концентраций, приведенных в «Перечне и кодах веществ, загрязняющих атмосферный воздух. ВНИИ Охраны природы и заповедного дела, 1991 г.». В воздухе, поступающем внутрь здания или сооружения через воздухоприемные устройства систем механической вентиляции содержание вредных веществ не должно превышать 30% предельно допустимых концентраций (ПДК) этих веществ в воздухе рабочей зоны производственного помещения (ГОСТ 12.1.005-88).

Подраздел разрабатывается на стадии «проект».

На стадии «рабочий проект» подраздел разрабатывается в случае, если в архитектурно-строительные и другие решения стадии «проект» внесены изменения, влияющие на величину выбросов загрязняющих веществ (химических, микробиологических и др.) в атмосферу.

#### РАСЧЕТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ВЕНТИЛЯЦИОННЫМИ ВЫБРОСАМИ

##### Исходные данные

Подраздел выполняется на основании задания заказчика, чертежей раздела ОВ, ситуационного плана объекта строительства, действующих норма-

тивных документов. Дополнительно к перечисленным исходным данным для выполнения расчета необходимо иметь следующие сведения.

1. Ситуационный план (карту-схему) с нанесенным на него проектируемым зданием, пронумерованными источниками выбросов загрязняющих веществ, приведенными краткими характеристиками объектов микрорайона — источников загрязнения атмосферного воздуха.

2. Характеристики физико-географических и климатических данных района строительства, принятые по данным гидрометеорологических служб. Для объектов строительства, расположенных в г. Москве, — на основании справки отдела экологических расчетов (ОЭРС) Московского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (МОС ЦГМС).

Фоновое загрязнение атмосферного воздуха устанавливается на основании данных от указанных служб.

3. Краткую характеристику технологии производства и технологического оборудования встроенно-пристроенных помещений. Например, для подземных автостоянок количество и модели машин, тип парковки, режим въезда и выезда и т. д.

4. Данные о параметрах выбросов вредных веществ с обоснованием валовых количеств, которые для проектных решений определяются расчетным путем по средним удельным показателям выбрасываемых вредных веществ. Например, для автомобильных встроенно-пристроенных стоянок по ОНТП-01-91 и Методике проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий (расчетным методом) Минтранса РФ, 1992 г. или, при отсутствии удельных показателей, по ориентировочным данным с использованием аналогов. Параметры выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от всех источников указываются на начало строительства и на перспективу, если строительство производится в несколько очередей.

5. Полный перечень выбрасываемых веществ с их характеристиками в соответствии с Перечнем и кодами веществ, загрязняющих атмосферный воздух, с учетом их комбинаций и суммарного вредного воздействия. При отсутствии каких-либо вредных веществ в данном Перечне значения их ПДК (ОБУВ) могут определить в НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.И. Сысина РАМН, г. Москва.

Концентрации загрязняющих веществ, полученные в результате расчетов, соответствуют действи-

тельному состоянию воздушной среды только при использовании достоверных исходных данных, учитывающих весь комплекс одновременно действующих источников выделения вредных веществ, а также существующий фон загрязнения в месте строительства.

### Классификация источников загрязнения

В расчетной методике ОНД-86 рассматривается классификация источников по высоте над поверхностью земли, по температуре выбрасываемой газовой смеси, по оформлению устья выброса и времени его работы.

1. В зависимости от высоты расположения  $H$ , м, устья выброса источника вредных веществ над поверхностью земли он может быть:

- высоким,  $H \geq 50$  м;
- средней высоты,  $10 \text{ м} \leq H \leq 50 \text{ м}$ ;
- низким,  $2 \text{ м} < H < 10 \text{ м}$ ;
- наземным,  $H \leq 2 \text{ м}$ .

2. Для выбора формул расчета температуры выброса определяется вспомогательный параметр  $f$ ,  $\text{м}/(\text{с}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ :

$$f = 10^3 \cdot \frac{w_0^2 \cdot D}{H_2 \cdot \Delta t}, \quad (25.1)$$

где  $w_0$  — скорость выхода газовой смеси из устья трубы,  $\text{м}/\text{с}$ ;

$D$  — диаметр устья трубы,  $\text{мм}$ ;

$\Delta t$  — разность между температурой выбрасываемой газовой смеси  $t_r$  и температурой окружающего (наружного) воздуха  $t_n$ ,  $^\circ\text{C}$  (для летних условий).

При  $f < 100 \text{ м}/(\text{с}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  и  $\Delta t > 0$  расчет ведут по формулам для нагретых выбросов; при  $f \geq 100 \text{ м}/(\text{с}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  и  $\Delta t \leq 0$  — по формулам для холодных выбросов.

Так как рассматриваются вентиляционные выбросы, у которых  $\Delta t \approx 0$ , то в дальнейшем применяются расчетные зависимости для холодных выбросов.

3. Основные расчетные формулы в методике ОНД-86 приведены для одиночных источников с круглым устьем. При выбросе газовой смеси из источника с прямоугольным устьем расчеты выполняются при средней скорости  $w_0$ , эффективном диаметре устья  $D_3$  и расходе газовой смеси  $V_{13}$ :

$$w_0 = \frac{V_1}{l \cdot b}; \quad D_3 = \frac{2l \cdot b}{l + b}; \quad V_{13} = \frac{\pi D_3^2}{4} \cdot w_0, \quad (25.2)$$

где  $V_{13}$  — расход газовойздушной смеси,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  
 $l, b$  — длина и ширина устья источника выброса, м.

Линейные и площадные источники не характерны для встроенно-пристроенных помещений, поэтому не рассматриваются в данном примере оформления раздела проекта.

4. По продолжительности выброса загрязняющих веществ источники делятся на стационарные (постоянные по времени), периодические (работающие по определенному графику), залповые (работающие в соответствии с технологией производства и прогнозируемые по времени) и аварийные (непрогнозируемые).

Методика рассматривает стационарные выбросы вредных веществ в атмосферу.

#### Методика расчета и состав подраздела проекта

Для упрощения расчетов приземных концентраций рассматриваются только те из выбрасываемых вредных веществ, для которых выполняется следующее условие по параметру  $\Phi$ :

$$\frac{M}{\text{ПДК}} > \Phi \quad (25.3)$$

при  $\Phi = 0,01 \bar{H}$ ,  $\bar{H} > 10$  м, или  
 $\Phi = 0,1 \bar{H}$ ,  $\bar{H} \leq 10$  м,

где  $M$  — суммарное значение выброса данного вещества всеми источниками, г/с.

Средневзвешенная высота  $\bar{H}$ , м, источников выбросов данного вещества, м, определяется по формуле:

$$\bar{H} = \frac{5 M_{(0-10)} + 15 M_{(11-20)} + 25 M_{(21-30)} + \dots}{M_{(0-10)} + M_{(11-20)} + M_{(21-30)} + \dots}, \quad (25.4)$$

где  $M_{(0-10)}$ ,  $M_{(11-20)}$ ,  $M_{(21-30)}$  и т.д. — суммарные выбросы данного вредного вещества в интервалах высот до 10 м включительно, 11–20 м, 21–30 м и т.д., г/с.

Если все рассматриваемые источники являются низкими или наземными ( $2 \text{ м} < H < 10 \text{ м}$ ), то принимается  $\bar{H} = 5$  м. В соответствии с рекомендациями ОНД-1-84 и Инструкцией по разработке раздела «Охрана окружающей среды» для помещений зданий категорий 3, 4, к которым могут относиться некоторые встроенно-пристроенные помещения жилых зданий, объем и содержание подраздела «Охрана атмосферного воздуха от загрязнения» проекта даются в сокращенном варианте.

Максимальная концентрация вредных веществ в приземном воздухе  $C_m$ ,  $\text{мг}/\text{м}^3$ , от одиночного ис-

точника на расстоянии  $x_m$ , м, от него по оси факела по ОНД-86 определяется по формуле:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot D \cdot n \cdot \eta}{8 \cdot V_1 \cdot H \cdot \sqrt[3]{H}}, \quad (25.5)$$

где  $A$  — коэффициент стратификации атмосферы, равный 200 для Нижнего Поволжья, Кавказа, Сибири, Дальнего Востока; 160 для севера, северо-запада европейской территории РФ, Среднего Поволжья и Урала; 140 для центральной части европейской территории РФ;

$F$  — коэффициент, равный 1 для газов и пыли при коэффициенте очистки не менее 90 %;

$n, \eta$  — безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода газовойздушной смеси из устья источника и влияние рельефа местности на значение  $C_m$ .

Концентрация вредных веществ  $C_x$ ,  $\text{мг}/\text{м}^3$ , в любой точке по оси факела  $x$ :

$$C_x = C_m \cdot S_1, \quad (25.6)$$

где  $S_1$  — вспомогательная величина, определяющая падение концентрации по оси факела  $x$ .

Концентрация вредных веществ  $C_y$ ,  $\text{мг}/\text{м}^3$ , на расстоянии  $y$  от оси факела  $x$ , лежащем на перпендикуляре к направлению среднего ветра, определяется по формуле:

$$C_y = C_x \cdot S_2, \quad (25.7)$$

где  $S_2$  — вспомогательная величина, определяющая падение концентрации на расстоянии  $y$ , м, лежащем на перпендикуляре к оси факела.

Расстояние  $x_m$ , м, на котором достигается максимальная концентрация, рассчитывается по зависимости:

$$x_m = d \cdot H, \quad (25.8)$$

где  $d$  — величина, определяемая при  $f \geq 100$  или  $\Delta t \leq 0$  по формулам:

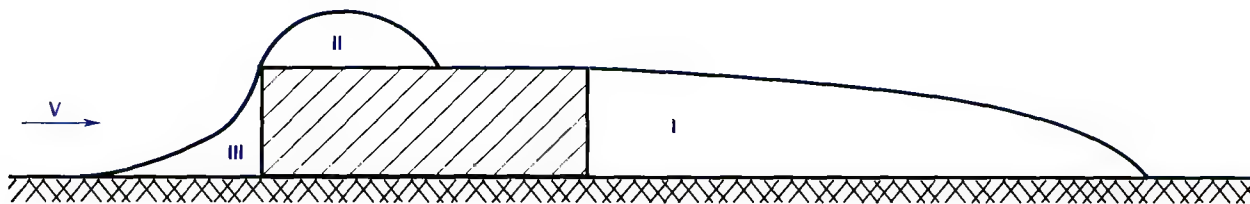
$$d = 5,7 \text{ при } v_m \leq 0,5; \quad (25.9)$$

$$d = 11,4 \cdot v_m \text{ при } 0,5 < v_m \leq 2; \quad (25.10)$$

$$d = 16 \sqrt{v_m} \text{ при } v_m > 2. \quad (25.11)$$

Фоновая концентрация устанавливается либо





**Рис. 25.1.** Ветровые зоны отдельно стоящего здания:

I — подветренная, II — на крыше, III — наветренная (зона подпора)

единым значением по городу, либо, в случае выявления существенной изменчивости, дифференцированно по территории города — по постам гидрометеорологических наблюдений (см. п. 2 «Исходных данных»).

Методика ОНД-86 приводит расчет загрязнения атмосферы с учетом влияния застройки. Влияние зданий и сооружений на загрязнение воздуха связано с изменением характера воздушных течений вблизи них. При обтекании воздухом отдельных зданий и их групп образуются ветровые тени (застойные зоны, см. рис. 25.1), с близкой к нулю средней скоростью ветра и интенсивным турбулентным перемешиванием.

В общем случае с учетом влияния застройки максимальное значение приземной концентрации  $C_m$  определяется по формуле

$$\hat{C}_m = C_m \cdot \hat{\eta}_m \quad (25.12)$$

где  $C_m$  — максимальная концентрация вещества без учета влияния застройки, мг/м<sup>3</sup>;

$\hat{\eta}_m$  — поправка, учитывающая влияние здания. При размещении основания источника в зонах образования теней и перпендикулярном к зданию направлению ветра равна:

$$\hat{\eta}_m = v_1 \xi_m + S_1 \cdot (1 - \xi_m), \quad (25.13)$$

где  $v_1$ ,  $\xi_m$ ,  $S_1$  — безразмерные коэффициенты;

$$v_1 = r_3 \cdot \hat{\eta} \cdot S, \quad (25.14)$$

где  $r_3$  — описывает влияние опасной скорости при наличии здания ( $U_m$ ) и при его отсутствии ( $U_m$ );

$\hat{\eta}$  — описывает изменение стру-

туры потоков при наличии здания;

$S$ ,  $\xi_m$  — учитывают влияние турбулентности и изменения направления ветра;

$S_1$  — безразмерный коэффициент распределения концентраций по оси факела источника выброса;

Значения безразмерных коэффициентов, приведенных в формулах (25.6, 25.7, 25.9–25.11), рассчитываются по соответствующим зависимостям ОНД-86, где также представлена их графическая интерпретация.

### Программное обеспечение для расчета концентраций

Расчет приземных концентраций выбросов, источник которых расположен на крыше здания, на прилегающей к зданию территории, рекомендуется производить с помощью электронных вычислительных средств. В настоящее время имеется довольно большой набор программ (см. табл. 25.1), успешно используемых проектировщиками. Наибольшую популярность, благодаря удобству эксплуатации приобрела программа УПРЗА «Эколог». При проведении машинных расчетов шаги расчетной сетки выбираются в зависимости от размеров рассматриваемой области, для которой выполняются расчеты. При этом общее количество узлов сетки не должно превышать 1500–2000, чтобы не перегружать расчеты.

Результаты расчетов в виде распечаток включают в приложение к подразделу и имеют в своем составе поле концентраций загрязняющих веществ от источников выбросов, анализ величин приземных концентраций загрязняющих веществ, размеры санитарно-защитной зоны, мероприятия по регулированию выбросов в периоды неблагоприятных метеорологических условий, предложения по установлению

для данного источника загрязнения предельно допустимых (ПДВ) или временно согласованных выбросов (ВСВ) относительно норм ПДК.

При превышении расчетными концентрациями нормируемых величин необходимо предусмотреть мероприятия по снижению объемов выбросов.

Мероприятия по снижению загрязнения атмосферы от вентиляционных источников

К числу мероприятий по снижению загрязнения атмосферы относятся технологические, связанные

с усовершенствованием современного технологического оборудования (например, установка катализаторов и дожигателей на выхлопных трубах автотранспорта, что снижает вредные выбросы в среднем на 50%), организационные, обеспечивающие равномерную по времени и интенсивности эксплуатацию оборудования, выделяющего вредные вещества (например, регулирование в подземном гараже-стоянке режимов въезда и выезда автомашин в часы пик).

В некоторых случаях возможно использование эффективного пылегазоочистного оборудования (на-

Таблица 25.1

Ориентировочный перечень программ для расчетов на ЭВМ приземных концентраций загрязняющих веществ

| Название программы | Тип ЭВМ       | Расчет в застройке | Адрес организации                                     |
|--------------------|---------------|--------------------|-------------------------------------------------------|
| АСИВ–РК            | ЕС, ПЭВМ      | –                  | Украина,<br>г. Донецк,<br>ул. Университетская, 52     |
| ВОЗДУХ–2           | ПЭВМ, «ЭЛ-КА» | –                  | 455028,<br>Магнитогорск,<br>пр. Ленина, 68            |
| ГАРАНТ             | ЕС, ПЭВМ      | –                  | 107061,<br>Москва,<br>ул. Суворовская, 32,<br>корп. 1 |
| УНИВЕРСАЛ          | ЕС, ПЭВМ      | +                  | 107061,<br>Москва,<br>ул. Суворовская, 32,<br>корп. 1 |
| КРВПА–3            | ЕС            | +                  | 125871,<br>Москва, ГСП,<br>Волоколамское ш., 4        |
| ЭФИР–6.03          | ЕС, ПЭВМ      | –                  | 446206,<br>Новокуйбышев,<br>ул. Сафразьяна, 10        |
| ЕС-УРАЛ–2          | ЕС            | –                  | 620106,<br>Екатеринбург,<br>пр. Ленина, 60-а          |
| РУЗА–87            | ЕС, ПЭВМ      | –                  | 193029<br>С.-Петербург,<br>ул. Бабушкина,3            |
| ПРИЗМА             | ПЭВМ          | –                  | 125057,<br>Москва,<br>Ленинградский пр., 63           |
| УПРЗА<br>“Эколог”  | ПЭВМ          | +                  | 117218,<br>Москва,<br>ул. Кржижановского 19/28        |

Примечание. Список программ для расчетов периодически уточняется и пополняется. За информацией следует обращаться в Главную геофизическую обсерваторию им. А.И. Воейкова (г. Санкт-Петербург).

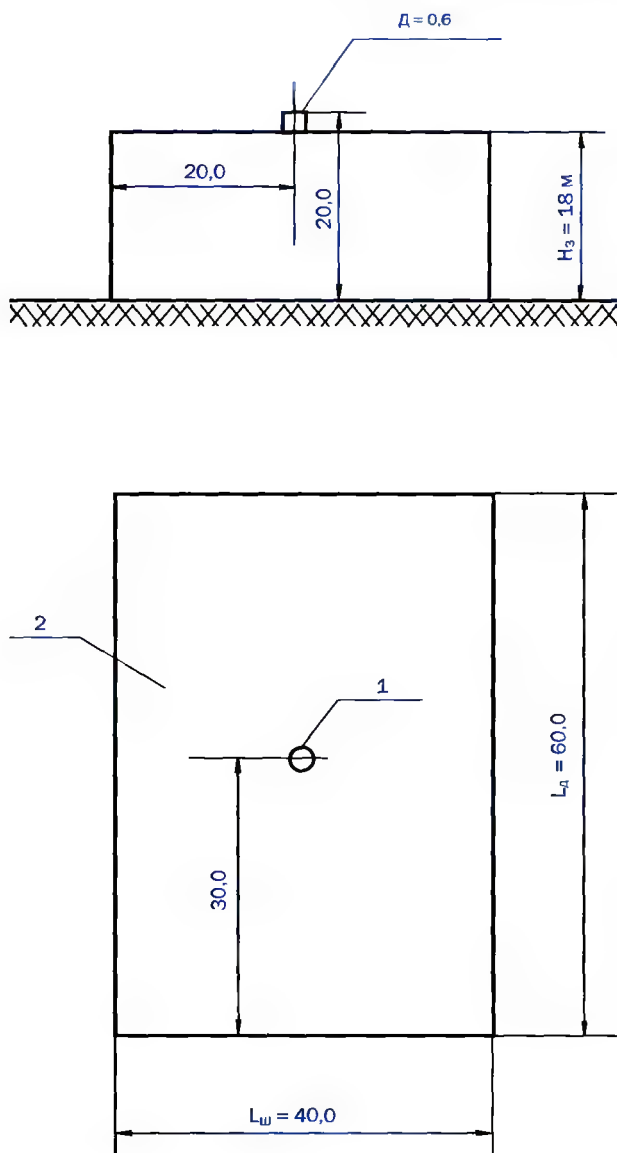


Рис. 25.2. Схема расположения источника (1) на здании (2), к примеру расчета

пример, использование в зубопротезных отделениях медицинских учреждений батарейных пылеулавливающих установок типа “Циклон”.

После проведения оценки эффективности мероприятий по снижению загрязнения повторно производятся расчеты приземных концентраций, и по их результатам делается вывод о достаточности применения мероприятий. На основании этого выдаются предложения по установлению величин предельно допустимых выбросов (ПДВ) или, если технически

невозможно уменьшить количество выбрасываемых вредных веществ, предложения по установлению временно согласованных выбросов (ВСВ).

## Пример расчета

### Исходные данные

Из источника 1 диаметром  $D=0,6$  м (рис. 25.2) выбрасывается газозвушная смесь с расходом  $V_1 = 5,652$  м<sup>3</sup>/с со скоростью  $w_0 = 12$  м/с и температурой  $t = 25$  °С ( $\Delta t = 0$ ). Выброс окислов азота  $M = 0,181$  г/с (ПДК = 0,085 мг/м<sup>3</sup>). Фоновое загрязнение окислами азота  $C_\phi = 0,005$  мг/м<sup>3</sup>.

### Решение

1. По формуле (25.3):

$$\frac{M}{\text{ПДК}} = 2,13 > 0,01 \cdot \bar{H} = 0,2,$$

то есть расчеты проводятся при  $\Delta t = 0$  и  $v_m = 0,52$ , т.е.  $v_m \geq 0,5$ , выброс из источника — холодный. Тогда максимальная концентрация окислов азота без влияния застройки определяется по формуле (25.5):

$$C_m = \frac{140 \cdot 0,181 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 2,29 \cdot 1}{8 \cdot 5,652 \cdot 20 \cdot \sqrt[3]{20}} = 0,014 \text{ мг/м}^3,$$

при  $A=140$  для центральной части европейской территории РФ;  $F = 1,0$ ;  $n = 2,29$ ; при  $v_m$  и  $\eta = 1$ .

Расстояние, на котором создается максимальная концентрация, определяется по формулам (25.8 и 25.10):

$$\text{при } d = 11,4 \cdot v_m = 5,93, \quad x_m = 118,56 \text{ м.}$$

С учетом фоновой концентрации

$$C_m^1 = 0,014 + 0,005 = 0,019 \text{ мг/м}^3.$$

2. Влияние застройки на максимальную приземную концентрацию определяется по формуле (25.12). При расположении источника на расстоянии  $x' = 20$  м от наветренной стены здания высота ветровой тени на крыше ( $H_b = 25,2$  м)  $> (H = 20$  м), тогда принимается  $H = H_b = 25,2$  м. Для источника в застройке при  $v_m = 0,52$  м/с,  $u_m = 0,52$  м/с, соответственно  $r_3 = 1$  и  $\hat{\eta} = 9,6$ . Тогда  $t_1 = 5,46$  и  $S = 0,53$ , по формуле (25.14)  $v_1 = 5,09$ , а при коэффициентах  $\xi_{\Sigma} = 0,07$  и  $S_1 = 0,7$

$$\frac{x_b}{P_3 \cdot x_m} = 0,07;$$

тогда по формуле (25.13) получим:  $\eta_m = 1,01$ .

По формуле (25.12)  $\hat{C}_m = 0,0142 \text{ мг/м}^3$ , а с учетом фона  $C_m = 0,0192 \text{ мг/м}^3$ , что меньше значения ПДК  $= 0,085 \text{ мг/м}^3$  и удовлетворяет требованиям охраны воздушного бассейна от загрязнения выбросами воздушных веществ.

Следует отметить, что концентрация вредных веществ от одного и того же источника без учета застройки  $C_m$ ,  $\text{мг/м}^3$ , меньше, чем с ее учетом,  $\hat{C}_m$ ,  $\text{мг/м}^3$ , то есть выполняется неравенство

$$C_m \leq \hat{C}_m$$



## Раздел IV. Малоэтажные индивидуальные жилые дома (коттеджи)







## Глава 26. Малозэтажные индивидуальные жилые дома (коттеджи)

### Малозэтажные жилые дома сегодня

#### ОБЩАЯ ЧАСТЬ

В последнее время широкое распространение получили малозэтажные многоквартирные жилые дома. Они могут быть как отдельностоящими, так и блокированными. Эти жилые дома различаются по этажности, наличию подвала, гаража, мансарды, материалу наружных ограждающих конструкций, степени комфортности, обеспеченности наружными коммуникациями. В зависимости от этих особенностей различаются и системы отопления и вентиляции малозэтажных индивидуальных жилых домов. В настоящем справочном пособии мы рассматриваем только малозэтажные жилые дома (коттеджи) с автономными системами теплоснабжения, когда выработка теплоты осуществляется в индивидуальном теплогенераторе для одного здания (владельца), наружные тепловые сети отсутствуют.

В коттеджах и квартирах блокированных жилых домов отопление и вентиляцию следует проектировать в соответствии со СНиП 2.04.05-91\* «Отопление, вентиляция и кондиционирование», СНиП 2.08.01-89\* «Жилые здания», СНиП 31-02-2001 «Дома жилые многоквартирные», СП 31-106-2002 «Проектирование и строительство инженерных систем в многоквартирных жилых домах», а для Москвы и Московской области, кроме того, в соответствии с МГСН 3.01-01 и МГСН 2.01-99 и дополнениями к ним.

#### ИЗВЛЕЧЕНИЯ

#### ИЗ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

##### Из СНиП 31-02-2001 «Дома жилые многоквартирные»

###### Введение

Настоящие строительные нормы и правила разработаны в связи с возрастающим объемом строительства и развитием рынка многоквартирных жилых

домов. Этот вид строительства получает все более широкое распространение в мире, в связи с чем Технический комитет 59 "Строительство зданий" Международной организации по стандартизации (ИСО) приступил к разработке ряда стандартов эксплуатационных характеристик "односемейных отдельно стоящих и блокированных жилых домов".

Нормы должны применяться к домам независимо от того, строятся ли они за счет средств государственного или муниципального бюджета, средств организаций-застройщиков, осуществляющих строительство с целью последующей продажи или сдачи в аренду, или за счет средств индивидуальных застройщиков, строящих дома для собственных нужд.

Одноквартирные жилые дома, начатые строительством по проектной документации, разработанной и утвержденной до 1 января 2002 г., могут продолжаться строиться и вводиться в эксплуатацию без корректировки проектной документации на соответствие требованиям настоящих строительных норм и правил.

В связи с введением в действие настоящих норм и правил область распространения СНиП 2.08.01-89\* "Жилые здания" ограничивается только многоквартирными жилыми зданиями.

#### 1. Область применения

Настоящие нормы и правила распространяются на вновь строящиеся и реконструируемые многоквартирные жилые дома, предназначенные для постоянного проживания людей (далее — "дома"), и устанавливают требования к их безопасности и другим эксплуатационным характеристикам, обязательные для соблюдения всеми юридическими и физическими лицами, осуществляющими проектирование и строительство домов.

Настоящие нормы распространяются также на блокированные дома, жилые блоки которых являются автономными и рассматриваются как от-

дельные многоквартирные дома, если они:

- не имеют помещений, расположенных над помещениями других жилых блоков;
- не имеют общих входов, вспомогательных помещений, чердаков, подполий, шахт коммуникаций;
- имеют самостоятельные системы отопления и вентиляции, а также индивидуальные вводы и подключения к внешним сетям централизованных инженерных систем.

Блокированные дома, не отвечающие этим условиям, проектируют и строят в соответствии с требованиями СНиП 2.08.01.

При проектировании и строительстве домов в соответствии с настоящими нормами и правилами должны применяться также положения других, более общих норм и правил, распространяющихся на жилые многоквартирные дома, если они не противостоят требованиям настоящего документа.

#### 4. Общие положения

4.1. Строительство домов должно осуществляться в соответствии с требованиями настоящих строительных норм и правил и других нормативных документов, устанавливающих правила проектирования и строительства, на основании разрешения на строительство, удостоверяющего право собственника, владельца, пользователя, арендатора земельного участка (далее — «застройщик») осуществить его застройку по проектной документации, согласованной и утвержденной в установленном порядке.

При индивидуальном строительстве домов могут применяться упрощенные процедуры разработки, согласования, утверждения проектной документации, надзора в процессе строительства, приемки дома и ввода его в эксплуатацию в соответствии с порядком, установленным органом государственной власти субъекта Российской Федерации на основе общих требований законодательства и соответствующих нормативных документов по строительству.

4.2. Размещение дома и хозяйственных построек на участке, расстояния от них до строений на соседнем участке, а также состав, назначение и площадь встроенных или пристроенных к дому помещений общественного назначения, в том числе связанных с индивидуальной предпринимательской деятельностью владельца, должны соответствовать

ограничениям, установленным в разрешении на строительство и (или) в архитектурно-планировочном задании в соответствии с действующим законодательством, нормативными документами по проектированию и строительству и требованиями, вытекающими из охраняемых законодательством прав жителей соседних домов (жилых блоков).

Во встроенных или пристроенных к дому помещениях общественного назначения не допускается размещать магазины строительных материалов, магазины с наличием взрывопожароопасных веществ и материалов, а также предприятия.

4.3. Состав помещений дома, их размеры и функциональная взаимосвязь, а также состав инженерного оборудования определяются застройщиком. В доме должны быть созданы условия для отдыха, сна, гигиенических процедур, приготовления и приема пищи, а также для другой деятельности, обычно осуществляемой в жилище.

4.4. Дом должен включать как минимум следующий состав помещений: жилая(ые) комната(ы), кухня (кухня-ниша) или кухня-столовая, ванная комната или душевая, уборная, кладовая или встроенные шкафы; при отсутствии централизованного теплоснабжения — помещение для теплового агрегата.

В доме должно быть предусмотрено отопление, вентиляция, водоснабжение, канализация, электроснабжение и радиовещание.

4.7. По требованию застройщика в составе документации на дом должны представляться теплоэнергетический паспорт и инструкция по эксплуатации дома.

Теплоэнергетический паспорт предназначен для установления теплоэнергетических характеристик теплозащиты дома и его энергопотребления. Он составляется в порядке и по форме, установленных в действующих нормативных документах, с учетом положений раздела 9 настоящих норм и правил. В паспорте указывается категория энергетической эффективности дома. Теплоэнергетический паспорт не предназначен для расчетов за коммунальные и другие услуги, оказываемые владельцу дома.

Инструкция по эксплуатации дома должна содержать данные, необходимые владельцу дома для обеспечения безопасности в процессе эксплуатации, в том числе сведения об основных конструкциях и инженерных системах, схемы расположения скрытых элементов каркаса, скрытых



проводок и инженерных сетей, а также предельные значения нагрузок на элементы конструкций дома и на его электросеть. Эти данные могут быть представлены в виде копий исполнительной документации.

## 6. Пожарная безопасность

6.1. Одноквартирные жилые дома относятся к классу Ф 1.4 функциональной пожарной опасности по СНиП 21-01. В связи с этим при проектировании и строительстве домов должны быть предусмотрены установленные настоящими нормами меры по предупреждению возникновения пожара, обеспечению возможности своевременной эвакуации людей из дома на прилегающую к нему территорию, нераспространению огня на соседние строения и жилые блоки, а также обеспечению доступа личного состава пожарных подразделений к дому для проведения мероприятий по тушению пожара и спасению людей. При этом учитывается возможность возникновения огня внутри любого помещения и выхода его на поверхность дома.

6.14. При отсутствии централизованного теплоснабжения в качестве источников тепловой энергии, работающих на газовом или жидком топливе, должны применяться автоматизированные теплогенераторы полной заводской готовности. Указанные теплогенераторы следует устанавливать в вентилируемом помещении дома в первом или цокольном этаже, в подвале или на крыше. Генераторы тепловой мощностью до 60 кВт допускается устанавливать на кухне.

6.15. Теплогенераторы, в том числе печи и камины на твердом топливе, варочные плиты и дымоходы должны быть выполнены с осуществлением конструктивных мероприятий, обеспечивающих пожарную безопасность дома в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05. Теплогенераторы и варочные плиты заводского изготовления должны быть установлены также с учетом требований безопасности, содержащихся в инструкциях предприятий-изготовителей.

6.16. Газовые камины должны быть заводского изготовления. Отвод продуктов горения должен быть предусмотрен в дымоход. Размещение каминов и оснащение их газогорелочных устройств автоматикой безопасности должны производиться с

соблюдением требований, имеющихся в инструкциях предприятия-изготовителя.

Электропечи, применяемые для парильной сауны, должны иметь автоматическую защиту и устройство отключения через 8 ч непрерывной работы.

## 7. Безопасность при использовании

7.5. Конструктивные решения элементов дома (в том числе расположение пустот, способы герметизации мест пропуска трубопроводов через конструкции, устройство вентиляционных отверстий и размещение тепловой изоляции и т.д.) должны предусматривать защиту от проникновения грызунов и насекомых.

7.6. Инженерные системы дома должны быть запроектированы и смонтированы с учетом требований безопасности, содержащихся в соответствующих нормативных документах органов государственного надзора, и указаний инструкций заводов-изготовителей оборудования. При этом:

- температура поверхностей доступных частей нагревательных приборов и подающих трубопроводов отопления не должна превышать 70 °С, если не приняты меры для предотвращения касания их человеком, и 90 °С в других случаях; температура поверхностей других трубопроводов и дымоходов не должна превышать 40 °С;
- температура горячего воздуха на расстоянии 10 см от выпускного отверстия приборов воздушного отопления не должна превышать 70 °С;
- температура горячей воды в системе горячего водоснабжения не должна превышать 60 °С.

7.7. Агрегаты и приборы (например, газовые водонагреватели), смещение которых может привести к пожару или взрыву, в доме, возведенном в сейсмоопасном районе, должны быть надежно закреплены.

## 8. Обеспечение санитарно-эпидемиологических требований

8.1. При проектировании и строительстве домов должны быть предусмотрены установленные настоящими нормами и правилами меры, обеспечивающие выполнение санитарно-эпидемиологических требований по охране здоровья людей и окружающей природной среды.

8.2. Система отопления и ограждающие конструкции дома должны быть рассчитаны на обеспечение в помещениях дома в течение отопительного периода при расчетных параметрах наружного воздуха для соответствующих районов строительства температуры внутреннего воздуха в допустимых пределах, установленных ГОСТ 30494, но не ниже 20 °С для всех помещений с постоянным пребыванием людей (по СНиП 2.04.05), а в кухнях и уборных 18 °С, в ванных и душевых ≈ 24 °С.

При устройстве в доме системы воздушного отопления с принудительной подачей воздуха в холодный период года эта система должна быть рассчитана на обеспечение в помещениях дома оптимальных значений параметров микроклимата по ГОСТ 30494 (температура, относительная влажность и скорость движения воздуха, результирующая температура помещения и ее локальная асимметрия). При устройстве системы кондиционирования воздуха оптимальные параметры должны обеспечиваться и в теплый период года.

8.3. Система вентиляции должна поддерживать чистоту (качество) воздуха в помещениях в соответствии с санитарными требованиями и равномерность его поступления и распространения.

Вентиляция может быть:

- с естественным побуждением удаления воздуха через вентиляционные каналы;
- с механическим побуждением притока и удаления воздуха, в том числе совмещенная с воздушным отоплением;
- комбинированная с естественным притоком и удалением воздуха через вентиляционные каналы с частичным использованием механического побуждения.

Удаление воздуха следует предусматривать из кухни, уборной, ванной и при необходимости из других помещений дома.

Воздух из помещений, в которых могут быть вредные вещества или неприятные запахи, должен удаляться непосредственно наружу и не попадать в другие помещения, в том числе через вентиляционные каналы.

Для обеспечения естественной вентиляции должна быть предусмотрена возможность проветривания помещений дома через окна, форточки, фрамуги и др.

8.4. Минимальная производительность системы вентиляции дома в режиме обслуживания должна определяться из расчета не менее однократного обмена объема воздуха в течение одного часа в помещениях с постоянным пребыванием людей. Из кухни в режиме обслуживания должно удаляться не менее 60 м<sup>3</sup> воздуха в час, из ванной, уборной — 25 м<sup>3</sup> воздуха в час.

Кратность воздухообмена в других помещениях, а также во всех вентилируемых помещениях в нерабочем режиме должна составлять не менее 0,2 объема помещения в час.

8.5. При применении для систем отопления теплогенераторов мощностью 25 кВт и более воздух для горения должен подаваться непосредственно снаружи. При этом теплогенераторы на газовом топливе должны иметь закрытую горелку.

8.7. При строительстве домов на участках, где, по данным инженерно-экологических изысканий, имеются выделения почвенных газов (радона, метана, торина), должны быть приняты меры по изоляции со-прикасающихся с грунтом полов и стен подвалов, чтобы воспрепятствовать проникновению почвенного газа из грунта в дом, и другие меры, способствующие снижению его концентрации в соответствии с требованиями санитарных норм.

8.8. Звукоизоляция наружных и внутренних ограждающих конструкций жилых помещений, воздуховодов и трубопроводов должна обеспечивать снижение звукового давления от внешних источников шума, а также от шума оборудования инженерных систем до уровня, не превышающего допустимого по СНиП 11-12.

8.10. Ограждающие конструкции дома должны иметь теплоизоляцию, воздухоизоляцию от проникновения наружного холодного воздуха и пароизоляцию от диффузии водяного пара из внутренних помещений, обеспечивающие:

- необходимую температуру на внутренних поверхностях конструкций и отсутствие конденсации влаги внутри помещений;
- предотвращение накопления влаги в конструкциях.

Разница температур внутреннего воздуха и внутренней поверхности конструкций наружных стен при расчетной температуре внутреннего воздуха не должна превышать 4 °С, а для конструкций пола первого этажа 2 °С. Температура внутрен-

ней поверхности конструктивных элементов окон не должна быть ниже 3 °С при расчетной температуре наружного воздуха.

## 9. Энергосбережение

9.1. Дом должен быть запроектирован и возведен таким образом, чтобы при выполнении установленных требований к внутреннему микроклимату помещений и другим условиям проживания обеспечивалось эффективное и экономное расходование невозобновляемых энергетических ресурсов при его эксплуатации.

9.2. Соблюдение требований, касающихся норм по энергосбережению, оценивают или по характеристикам основных элементов дома — строительных конструкций и инженерных систем, или по комплексному показателю удельного расхода энергии на отопление дома.

9.3. При оценке энергоэффективности дома по характеристикам его строительных конструкций и инженерных систем требования настоящих норм

- инженерные системы дома при централизованном снабжении оснащены приборами учета тепловой энергии, холодной и горячей воды, электроэнергии и газа.

9.4. При оценке энергоэффективности дома по комплексному показателю удельного расхода энергии на его отопление требования настоящих норм считаются выполненными, если расчетное значение удельного расхода энергии  $q$  для поддержания в доме нормируемых параметров микроклимата и качества воздуха не превышает максимально допустимого нормативного значения  $q_{тр}$ , приведенного в табл. 1.

При этом инженерные системы дома должны иметь автоматическое или ручное регулирование и при централизованном снабжении должны быть оснащены приборами учета расхода теплоты, холодной и горячей воды, электроэнергии и газа.

9.5. Расчетное значение удельного расхода тепловой энергии на отопление запроектированного дома  $q$  определяют как сумму теплопотерь через ограждающие конструкции и с уходящим воз-

Таблица 1

| Площадь<br>отапливаемых<br>помещений<br>дома, м <sup>2</sup> | Максимально допустимое нормативное значение $q_{тр}$<br>удельного расхода тепловой энергии на отопление<br>дома, кДж/м <sup>2</sup> ·°С·сут для дома с числом этажей: |     |     |     |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|
|                                                              | 1                                                                                                                                                                     | 2   | 3   | 4   |
| До 60                                                        | 140                                                                                                                                                                   | —   | —   | —   |
| 100                                                          | 125                                                                                                                                                                   | 135 | —   | —   |
| 150                                                          | 110                                                                                                                                                                   | 120 | 130 | —   |
| 250                                                          | 100                                                                                                                                                                   | 105 | 110 | 115 |
| 400                                                          | —                                                                                                                                                                     | 90  | 95  | 100 |
| 600                                                          | —                                                                                                                                                                     | 80  | 85  | 90  |
| 1000 и более                                                 | —                                                                                                                                                                     | 75  | 75  | 80  |

Примечание. При промежуточных значениях площади отапливаемых помещений дома в интервале 60—1000 м<sup>2</sup> значения  $q_{тр}$  должны определяться по интерполяции.

считаются выполненными, если соблюдены следующие условия:

- приведенное сопротивление теплопередаче и воздухопроницаемость ограждающих конструкций не ниже требуемых по СНиП II-3;
- системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и горячего водоснабжения имеют автоматическое или ручное регулирование;

духом через систему вентиляции за отопительный период, отнесенную к 1 м<sup>2</sup> площади отапливаемых помещений дома и числу градусо-суток отопительного периода.

9.6. В целях достижения оптимальных технико-экономических характеристик дома и дальнейшего сокращения удельного расхода энергии на отопление предусматривают:

- объемно-планировочные решения дома, обеспечивающие улучшение показателей его компактности;
- наиболее рациональную ориентацию дома и его помещений по отношению к странам света с учетом преобладающих направлений холодного ветра и потоков солнечной радиации;
- применение эффективного инженерного оборудования соответствующего номенклатурного ряда с повышенным КПД;
- утилизацию теплоты отходящего воздуха, сточных вод, использование возобновляемых источников солнечной энергии, ветра и т.д.

Если в результате проведения указанных мероприятий соблюдение условий 9.4 обеспечивается при меньших значениях сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, чем требуют СНиП II-3, то допускается снижать показатели сопротивления теплопередаче стен по сравнению с требуемыми СНиП II-3.

9.7. В зависимости от отношения максимально допустимого нормативного значения удельного расхода тепловой энергии на отопление дома к расчетному ( $K = q_{тр}/q$ ) дом относят к одной из следующих категорий энергоэффективности:

при  $K > 1,25$  — дом высокой энергоэффективности;

при  $K = 1,25—1,1$  — дом повышенной энергоэффективности;

при  $K = 1,1—1,0$  — дом нормальной энергоэффективности.

Категорию энергоэффективности заносят в паспорт дома при вводе его в эксплуатацию и уточняют впоследствии по результатам эксплуатации с учетом проводимых мероприятий по энергосбережению.

9.8. Нормы настоящего раздела не распространяются на возводимые собственными силами традиционные дома с рублеными стенами из бревен при площади отапливаемых помещений не более 60 м<sup>2</sup>.

## 10. Долговечность и ремонтпригодность

10.6. Должна быть обеспечена возможность доступа к оборудованию, арматуре и приборам инженерных систем дома и их соединениям для осмотра, технического обслуживания, ремонта и замены.

Оборудование и трубопроводы, на работу которых могут отрицательно повлиять низкие температуры, должны быть защищены от их воздействия.

10.7. При строительстве домов в районах со сложными геологическими условиями, подверженных сейсмическим воздействиям, подработке, просадкам и другим перемещениям грунта, включая морозное пучение, вводы инженерных коммуникаций должны выполняться с учетом необходимости компенсации возможных перемещений основания.

Оборудование и трубопроводы должны быть закреплены на строительных конструкциях дома таким образом, чтобы их работоспособность не нарушалась при возможных перемещениях конструкций.

## Отопление коттеджей

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Тепловую мощность системы отопления коттеджа и расчетные параметры воздуха следует определять в соответствии с гл. 3 настоящего справочного пособия.

В качестве источников тепловой энергии для систем отопления коттеджей рекомендуется преимущественное применение автономных тепловых агрегатов (теплогенераторов), использующих в качестве топлива природный газ по ГОСТ 5542-87, электричество.

Теплогенераторы могут применяться как однофункциональные (только для систем отопления), так и двухфункциональные (для отопления и горячего водоснабжения).

Среднечасовой расход теплоты на горячее водоснабжение  $Q_{гв.ср.}$ , Вт, с коэффициентом запаса 1,2 на остывание воды определяется по формуле

$$Q_{гв.ср.} = \frac{1,2 \cdot c \cdot (55 - 5) \cdot n \cdot a}{3600 \cdot 24} = 2,91 \cdot n \cdot a. \quad (26.1)$$

где  $c$  — удельная массовая теплоемкость воды, равная 4187 Дж/(кг·°С);

$n$  — число людей, проживающих в доме;

$a$  — расход воды на горячее водоснабжение при температуре 55 °С на человека, л в сутки, принимаемый в зависимости от степени комфортности дома в соответствии с приложением 3 к СНиП 2.04.01-85\*.

Потребную тепловую мощность однофункциональных теплогенераторов следует подбирать с 10% запасом мощности системы отопления, причем при



наличии автоматических терморегуляторов, хотя это пока и не нашло отражения в нормативной литературе, бытовые тепловыделения в тепловом балансе отапливаемых помещений не учитываются.

При подборе двухфункционального теплогенератора, обеспечивающего нагрузку отопления и горячего водоснабжения, тепловая мощность теплогенератора определяется только на отопительную нагрузку, если нагрузка горячего водоснабжения не превышает 20% отопительной нагрузки. Если нагрузка горячего водоснабжения больше 20% отопительной нагрузки, тепловую мощность теплогенератора следует определять по формуле

$$Q_{\text{т.г. от + гв.}} = 0,97 \cdot Q_{\text{от}} + Q_{\text{гв. ср}} \quad (26.2)$$

В целях исключения замораживания трубопроводов и оборудования систем холодного, горячего водоснабжения и канализации в холодное время года, если в коттедже не проживают в течение короткого времени, система отопления должна обеспечивать поддержание температуры воздуха в помещениях коттеджа не ниже +5 °С (дежурное отопление). При длительном отсутствии проживающих в холодное время года необходимо произвести полное опорожнение систем. Допускается не опорожнять систему отопления при использовании антифриза в качестве теплоносителя.

При наличии надежного источника электроснабжения систему водяного отопления коттеджа следует предусматривать с насосным побуждением циркуляции теплоносителя, а саму систему принимать двухтрубной с нижней разводкой подающих и обратных магистралей при наличии подвала или техподполья либо двухтрубную вертикальную с горизонтальной разводкой в пределах каждого этажа.

Следует применять малолшумные бесфундаментные насосы (монтируемые непосредственно на трубопроводе) с числом оборотов не более 1450 об/мин и термостаты на подводке к отопительным приборам. При наличии нескольких приборов отопления в одном помещении допускается установка одного термостата на группу приборов.

В системах отопления с насосной циркуляцией теплоносителя для компенсации его теплового расширения рекомендуется использовать мембранный расширительный бак, размещаемый, как правило, в том же помещении, что и теплогенератор.

При отсутствии надежного электроснабжения системе отопления коттеджа следует проектировать с естественным побуждением. В этом случае рекомендуется применять однотрубные вертикальные системы отопления с верхней разводкой подающей магистрали с установкой расширительного бака открытого типа на главном стояке в верхней точке системы с обязательной теплоизоляцией главного стояка. Установка термостатов на подводках к приборам в таких системах не допускается, а предпочтительными приборами являются конвекторы с кожухом и регулированием теплоотдачи воздушными клапанами.

### ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И ИХ РЕГУЛИРОВАНИЕ

В качестве отопительных приборов водяной системы отопления коттеджей рекомендуется использовать радиаторы или конвекторы различных конструкций, имеющие сертификат соответствия, при этом:

- полная высота отопительного прибора должна быть меньше расстояния от чистого пола до низа подоконной доски (или низа оконного проема при ее отсутствии) на величину не менее 110 мм;
- длина отопительного прибора должна перекрывать не менее 50% ширины оконного проема;
- отопительный прибор должен быть удобен в эксплуатации и иметь доступ для очистки от пыли.

При разнообразии архитектурно-конструктивных решений интерьеров и функционального назначения отдельных отапливаемых помещений (например, зимнего сада, бассейна и др.) допускается в одной системе отопления использование отопительных приборов различного типа.

Для регулирования теплоотдачи отопительных приборов на подводке к ним следует предусматривать установку автоматического термостатического крана, кроме случаев регулирования теплоотдачи нагревательного прибора по воздуху. Если есть опасность замораживания отопительного прибора (например, прибора, установленного у входной двери), на обеих подводках к нему рекомендуется монтировать запорные краны.

Выбор регулирующего устройства нагревательных приборов определяется техническим заданием заказчика.

## ТЕПЛОГЕНЕРАТОРЫ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ

В качестве источников тепловой энергии должны применяться автоматизированные теплогенераторы отечественного или зарубежного производства, полной заводской готовности с температурой теплоносителя — воды — до  $+115\text{ }^{\circ}\text{C}$  и давлением до 1,0 МПа, имеющие разрешение на применение в установленном порядке.

Кроме природного газа в качестве топлива для теплогенераторов может применяться печное бытовое топливо (ТУ 38-101656-76), осветительный керосин (ГОСТ 4753-68 с изм.) или каменные угли в соответствии с технической документацией на теплогенераторы.

Теплогенераторы, работающие на газообразном или жидком топливе, должны в обязательном порядке оборудоваться автоматикой безопасности и регулирования.

Температура воды, поступающей в систему отопления, должна поддерживаться автоматически в зависимости от температуры наружного воздуха или температуры внутреннего воздуха представительного помещения дома. Автоматически должна поддерживаться и температура воды, поступающей в систему горячего водоснабжения.

Размещение теплогенераторов предусматривается:

- на кухне, при мощности теплового агрегата для отопления до 60 кВт включительно, независимо от наличия газовой плиты и газового водонагревателя;
- в отдельном помещении на любом этаже (в том числе в подвальном или цокольном) при суммарной мощности теплогенераторов для отопления и горячего водоснабжения до 150 кВт включительно;
- в отдельном помещении первого, цокольного или подвального этажа, а также в помещении, пристроенном к жилому дому — при суммарной мощности теплогенераторов для отопления и горячего водоснабжения до 350 кВт включительно.

При размещении в кухне газовой плиты, проточного водонагревателя для горячего водоснабжения и теплового агрегата для отопления мощностью до 60 кВт помещение кухни должно отвечать следующим требованиям:

- высота не менее 2,5 м;
- объем помещения не менее  $15\text{ м}^3$  плюс  $0,2\text{ м}^3$

на один кВт мощности теплового агрегата для отопления;

- в кухне предусматривается, как правило, естественная вентиляция из расчета: вытяжка в объеме 3-кратного воздухообмена помещения в час, приток в объеме вытяжки плюс необходимое количество воздуха на горение газа;
- кухня должна иметь окно с форточкой. Для притока воздуха следует предусматривать в нижней части двери нерегулируемую решетку или зазор с живым сечением не менее  $0,025\text{ м}^2$ .

При размещении теплогенераторов суммарной мощностью до 150 кВт в отдельном помещении, расположенном в пределах жилого здания, помещение должно отвечать следующим требованиям:

- высота не менее 2,5 м;
- объем и площадь проектируются, исходя из условия удобного обслуживания тепловых агрегатов и вспомогательного оборудования, причем объем помещения должен быть не менее  $15\text{ м}^3$ ;
- помещение следует отделить от смежных помещений ограждающими стенами с пределом огнестойкости 0,75 ч, а предел распространения огня по конструкции должен быть равен нулю;
- естественное освещение — из расчета остекления  $0,03\text{ м}^2$  на  $1\text{ м}^3$  помещения;
- в помещении предусматривается, как правило, естественная вентиляция из расчета: вытяжка в объеме 3-кратного воздухообмена помещения в час, приток в объеме вытяжки плюс необходимое количество воздуха на горение газа.

При размещении теплогенераторов суммарной мощностью до 350 кВт в отдельном помещении на первом, цокольном или подземном (подвальном) этаже жилого здания помещение должно отвечать следующим требованиям:

- высота не менее 2,5 м;
- объем и площадь проектируются исходя из условия удобства обслуживания теплогенераторов и вспомогательного оборудования, причем объем помещения должен быть не менее  $15\text{ м}^3$ ;
- помещение следует отделить от смежных помещений ограждающими стенами с пределом огнестойкости 0,75 ч, а предел распространения огня по конструкции равен нулю;
- естественное освещение — из расчета остекления  $0,03\text{ м}^2$  на  $1\text{ м}^3$  помещения;

- в помещении предусматривается, как правило, естественная вентиляция из расчета: вытяжка в объеме 3-кратного воздухообмена помещения в час, приток в объеме вытяжки плюс необходимое количество воздуха на горение газа;

При размещении теплогенераторов суммарной мощностью до 350 кВт в пристройке к жилому зданию помещение пристройки должно отвечать следующим дополнительным требованиям:

- размещаться у глухой части стены здания с расстоянием по горизонтали от оконных и дверных проемов не менее 1 м;
- стена пристройки не должна быть связана со стеной жилого здания.

При размещении теплогенераторов в отдельном помещении на первом, цокольном или подвальном этаже оно должно иметь выход непосредственно наружу. Допускается оборудовать второй выход в помещении подсобного назначения, при этом дверь второго выхода должна быть противопожарной 3-го типа.

При расположении теплогенераторов в цокольном, подземном (подвальном) этаже в помещении обязательно применение индикатора загазованности с предохранительным электромагнитным клапаном блокировки подачи газа.

Дымоходы от теплогенераторов должны выполняться в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91\*. Дымоходы могут размещаться в пределах дома или быть пристроенными к нему. Присоединение теплогенераторов к дымоходам осуществляется трубами из кровельной стали толщиной не менее 1 мм, или из унифицированных элементов, поставляемых в комплекте с теплогенератором. Элементы конструкции дымоходов также могут поставляться в комплекте с теплогенератором. Дымоходы вне дома должны быть теплоизолированы по всей длине.

Допускается предусматривать удаление дымовых газов от теплогенераторов, оборудованных встроенной установкой принудительного удаления этих газов, непосредственно через наружную стену помещения.

### **ОСНОВНЫЕ ВИДЫ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В МАЛОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ. ВЫБОР СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНКРЕТНОГО ЗДАНИЯ**

Кроме водяного отопления в коттеджах могут быть применены и другие виды систем отопления:

- воздушное;
- электрическое;
- печное.

Выбор системы отопления для конкретного здания зависит от ряда факторов. Одним из важнейших является экономический фактор. Так, при многочисленных преимуществах электроотопления (экологическая чистота, низкая металлоемкость, малые первоначальные капитальные затраты, гибкость регулирования, высокий коэффициент полезного действия) относительно высокая стоимость электроэнергии становится определяющим фактором при выборе этого вида отопления. Поэтому часто электроотопление применяют в комплексе с другими видами отопления (например, используя дежурное водяное отопление как фоновое с догревом с помощью электроприборов). При наличии двухставочных тарифов на электроэнергию целесообразно использовать теплоаккумуляционные системы электроотопления.

Печное отопление при соответствующем обосновании допускается проектировать для жилых домов высотой до двух этажей. В обосновании должны быть сформулированы экономические, технические и эксплуатационные факторы, в том числе и экологические, подтверждающие целесообразность применения этого вида отопления. В частности, одним из основных обосновывающих факторов, для печного отопления является избыток дешевого твердого топлива. При устройстве печного отопления следует руководствоваться СНиП 2.04.05-91\* и Правилами производства работ и ремонта печей, дымоходов и газоходов.

### **ВОЗДУШНОЕ ОТОПЛЕНИЕ**

Квартирные системы воздушного отопления рекомендуется применять преимущественно в домах с повышенными требованиями к воздушно-тепловому комфорту. Эти системы, кроме того, позволяют обеспечивать охлаждение воздуха в летний период.

Системы воздушного отопления могут использоваться в режиме рециркуляции воздуха из жилых помещений и совмещаться с вентиляцией, при этом они должны иметь возможность работать в режиме полной рециркуляции, если люди в квартире отсутствуют. Целесообразно на таких системах устанавливать оборудование для утилизации теплоты вытяжного воздуха.

Системы воздушного отопления следует проектировать с механическим побуждением движения воздуха.



Установка для подготовки воздуха в системе воздушного отопления должна включать воздушный фильтр, воздухонагреватель и систему клапанов для распределения воздушных потоков по отапливаемым помещениям, а при совмещении с вентиляцией — дополнительную систему клапанов, обеспечивающую перераспределение объемов наружного и рециркуляционного воздуха.

Количество подаваемого в отапливаемое помещение воздуха  $L_{от}$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , определяется следующей формулой:

$$L_{от} = \frac{3,3 \cdot (Q_{от} + Q_{в})}{t_r - t_p}, \quad (26.3)$$

где  $Q_{от}$  — расход тепла на отопление;

$Q_{в}$  — расход тепла на вентиляцию;

$t_r$  — температура нагретого воздуха, поступающего в помещение,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_p$  — температура рециркуляционного или удаляемого воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ .

Нагретый воздух, как правило, подается в верхнюю зону помещения плоской, настилающейся на потолок струей от внутренней перегородки по направлению к наружной стене, при этом  $t_r$  в расчетном зимнем режиме не должна превышать  $45^{\circ}\text{C}$ , а в летнем режиме охлаждения температура подаваемого воздуха не должна отличаться от расчетной температуры внутреннего воздуха более чем на  $6^{\circ}\text{C}$ .

В системах воздушного отопления могут использоваться калориферы, электро- или газовые воздухонагреватели.

В случае совмещения системы воздушного отопления с системой воздухоохлаждения рекомендуется использовать тепловые насосы для охлаждения воздуха в теплое время года или для круглогодичного кондиционирования.

### **ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ В МАЛОЭТАЖНЫХ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМАХ НЕТРАДИЦИОННЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ**

Требования энергосбережения и дополнительно комфорта обусловили в системах отопления коттеджей применение ряда решений, которые можно называть нетрадиционными, так как они не нашли еще широкого применения в России.

Это устройство «теплых полов» с использованием греющих кабелей или замоноличенных пластиковых труб с циркулирующим теплоносителем — водой; использование для догрева воды солнечных батарей, тепловых насосов и др.

Проектирование этих систем обычно ведется специализированными проектно-монтажными фирмами с использованием специальных компьютерных программ.

## **Вентиляция коттеджей**

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ**

В коттеджах должна предусматриваться вентиляция, обеспечивающая удаление воздуха из зоны вспомогательных помещений, (кухни, ванной комнаты, душевой, туалета, топочной), а также приток наружного воздуха в жилые помещения.

Нормируемые воздухообмены следует принимать по СНиП 2.08.01-89\*, а для Москвы и Московской области по МГСН 3.01-01.

Вентиляция помещений коттеджей, как правило, проектируется естественной.

Устройство приточно-вытяжной механической вентиляции определяется заданием на проектирование.

### **ЕСТЕСТВЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ**

Для проектирования естественной вытяжной вентиляции принимаются следующие расчетные условия:

- температура наружного воздуха  $+5^{\circ}\text{C}$ ;
- безветрие;
- температура внутреннего воздуха равна расчетной;
- фрамуги, форточки или воздухоприточные клапаны открыты (их аэродинамическое сопротивление равно нулю).

Дисбаланс между расчетными объемами приточного и вытяжного воздуха компенсируется: при превышении вытяжки над притоком периодическим открыванием форточки на наветренном фасаде и нагревом наружного воздуха системой отопления; при превышении притока над вытяжкой периодическим открыванием форточки на заветренном фасаде и нагревом наружного воздуха системой отопления.



## МЕХАНИЧЕСКАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ

Целесообразность устройства механической вентиляции в большинстве случаев обуславливается тем, что в теплый период года естественная вентиляция не обеспечивает нормируемые воздухообмены. По этой причине, а также в целях повышения комфорта следует в первую очередь применять механическую вытяжную вентиляцию путем установки в вытяжных отверстиях каналов кухни, ванной, туалета бытовых вентиляторов. Эти вентиляторы могут включаться периодически вручную или автоматически, будучи заблокированными с освещением санузлов или с электропитанием кухонного оборудования. В этом случае приток воздуха неорганизованный.

Большого комфорта в помещениях коттеджей можно добиться устройством механической приточно-вытяжной вентиляции, совмещенной с воздушным отоплением в холодный период года и с системой охлаждения в теплый период года.

В целях снижения уровня шума приточную установку рекомендуется размещать в подвале дома. При отсутствии подвала или невозможности его использования приточную установку можно разместить в одном из подсобных помещений первого этажа, желательно ближе к середине здания.

Забор наружного воздуха следует предусматривать из наиболее чистой зоны участка через воздухозаборное отверстие, размещаемое преимущественно на одном из дворовых фасадов дома на высоте не менее двух метров от планировочной отметки земли. Воздухозаборное отверстие должно быть защищено решеткой с сеткой и снабжено закрывающимся утепленным клапаном.

## Кондиционирование воздуха

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

Для круглогодичного поддержания оптимальных условий воздушной среды помещений используются системы кондиционирования воздуха. Комфортные условия воздушной среды помещений определяются кроме температуры и влажности воздуха также его подвижностью и запыленностью. Эти параметры несколько разнятся для холодного и теплого периодов года и зависят от назначения помещения (кухня, кабинет и т.д.).

В системах кондиционирования воздуха коттеджей следует использовать сертифицированное оборудование комплектной поставки.

В зависимости от используемого оборудования применяются:

- сплит-системы;
- системы с использованием чиллеров-фанкойлов;
- системы с использованием миницентральной установки.

Проектирование и монтаж систем кондиционирования воздуха коттеджей производится преимущественно, специализированными организациями по техническому заданию заказчика, которое включает: тип системы; архитектурно-планировочные решения; количество людей по помещениям; дополнительные источники тепловыделений (электробытовая техника, оргтехника, телевизоры, мониторы, музыкальные центры, холодильники, другие приборы.); обеспеченность электропитанием на нужды кондиционирования (от 30 до 70 кВт в зависимости от принятой схемы и типа установки) и параметры воды при использовании водяных калориферов; места расположения установок (благодаря маломощности установок они могут располагаться в подшивном потолке обслуживаемых помещений).

На основании полученных от заказчика данных ведется расчет холодопроизводительности кондиционера. Общие теплоизбытки складываются из тепlopоступлений от солнечной радиации, электрооборудования и людей.

Упрощенно теплоизбытки от солнечной радиации  $Q_1$ , Вт, определяются по формуле

$$Q_1 = q_{уд.} \cdot V_n, \quad (26.4)$$

где  $q_{уд.}$  — удельные теплоизбытки от солнечной радиации, принимаемые в зависимости от освещенности помещения:

$q_{уд.} = 30-35 \text{ Вт/м}^3$  — если большое остекление помещения расположено не на солнечной стороне;

$q_{уд.} = 35 \text{ Вт/м}^3$  — среднее значение;

$q_{уд.} = 35-40 \text{ Вт/м}^3$  — если большое остекление расположено с солнечной стороны;

$V_n$  — объем помещения,  $\text{м}^3$ .

Избыточная теплота от электрооборудования принимается с коэффициентом 0,3 от установленной мощности.

Теплоизбытки от людей в зависимости от того, находятся ли они в состоянии покоя (кабинетная работа) или занимаются физическими упражнениями (тренажерный зал), колеблются соответственно от 100 до 300 Вт/ч.

По суммарным теплоизбыткам подбирается оборудование с ближайшей к расчетной величине холодопроизводительностью, обеспечивающей компенсацию избыточных тепловыделений.

Дальнейший расчет зависит от принятой схемы кондиционирования.

### СПЛИТ-СИСТЕМЫ

Сплит-системы предусматривают в первую очередь охлаждение воздуха помещения в теплый период года. Сплит-системы состоят из внутреннего и наружного блоков, соединенных между собой медными теплоизолированными трубками, обеспечивающими циркуляцию хладагента. Внутренний блок включает в себя фильтр, вентилятор и поверхностный воздухоохладитель; наружный блок — компрессорно-конденсаторный агрегат с тепловым насосом, подающим к внутреннему блоку хладагент. Наружный блок оборудован осевым или центробежным вентилятором. Наружный блок с осевым вентилятором устанавливается на улице (на стене или на крыше здания). Важно, чтобы к нему был обеспечен свободный доступ для эксплуатации и ремонта, происходило обтекание конденсатора блока атмосферным воздухом. В то же время необходимо учитывать, что наружный блок выделяет в окружающую среду большое количество теплоты.

Сплит-системы — самые популярные в коттеджном строительстве. Могут применяться также сплит-системы с подачей свежего приточного воздуха. Тогда к внутреннему блоку с помощью воздуховода подается наружный воздух, затем он смешивается с рециркуляционным и после соответствующей обработки подается в помещение.

При необходимости установки конденсаторного блока внутри помещения используются блоки, оборудованные центробежными вентиляторами, с подачей наружного воздуха воздухопроводом.

К одному наружному блоку могут присоединяться несколько внутренних блоков мультисплит-системы.

Внутренний блок по своему конструктивному исполнению может предназначаться для установки в фальшпотолке, в котором размещаются и распределительные воздухопроводы. Раздача приточного и забор рециркуляционного воздуха осуществляются через потолочные диффузоры.

Выпускаются также настенные и напольные внутренние блоки.

Если сплит-система обслуживает несколько помещений, одно из них выбирается в качестве эталонного. В нем устанавливается пульт управления всей системой, на котором задаются требуемые параметры. В другие помещения будет подаваться воздух с температурой и в количествах, позволяющих поддерживать параметры, близкие к расчетным.

Воздух, поступающий в сплит-систему, очищается, охлаждается, осушается, а в холодный период года нагревается.

### СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧИЛЛЕРОВ-ФАН-КОЙЛОВ

Чиллер — это холодильная машина, которая охлаждает (или при необходимости подогревает) хладагент (антифриз, вода) и подает его по системе трубопроводов в фан-койлы.

Фан-койлы — это теплообменники с вентиляторами, которые отнимают холод или теплоту от хладагента и охлаждают либо нагревают помещение.

Системы с использованием чиллеров-фан-койлов имеют значительные преимущества перед сплит-системами при кондиционировании больших помещений, так как к одному чиллеру можно присоединить большое количество фан-койлов. При этом можно задавать не только общий тепловой режим всей системы, но и регулировать режим работы каждого фан-койла с пульта, смонтированного на нем.

Расстояние между чиллером и фан-койлом не лимитируется, а для циркуляции хладагента используются обычные водогазопроводные трубы с теплоизоляцией.

Чиллеры бывают двух типов: чиллеры со встроенной насосной станцией и чиллеры без гидравлического контура. Также различают чиллеры по месту их установки: чиллеры с осевым вентилятором для охлаждения, устанавливаемые на улице, и чиллеры

с центробежным вентилятором, устанавливаемые внутри здания (в подвалах, на чердаках, в служебных помещениях).

Фан-койлы монтируются на полу, на стенах, на потолке. Существуют также бескорпусные фан-койлы, размещаемые в фальшпотолке.

Расчет системы сводится к подбору чиллера по требуемой холодопроизводительности и гидравлическому расчету системы трубопроводов, соединяющих чиллер с фан-койлами.

На основании гидравлического расчета определяются диаметры трубопроводов, проверяется достаточность располагаемого давления гидравлического контура, если используется чиллер со встроенной насосной станцией, или подбирается насосная станция для чиллера без гидравлического контура.

Фан-койлы могут быть с одним или двумя теплообменниками. Система с одним теплообменником двухтрубная, по ней поступает холодный или горячий теплоноситель (в случае установки чиллера с тепловым насосом). Система с двумя теплообменниками четырехтрубная. В первый теплообменник подается холодный (или горячий) теплоноситель от чиллера, во второй — горячая вода от системы отопления. В четырехтрубной системе фан-койлы работают в холодный период года как приборы отопления.

### **КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА С ПОМОЩЬЮ МИНИЦЕНТРАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ**

Миницентральный кондиционер — это сплит-система, совмещенная с приточной вентиляцией. В отличие от обычной сплит-системы эти кондиционеры работают на смеси наружного и рециркуляционного воздуха. Для сохранения воздушного баланса коттеджа в нем должна быть предусмотрена вытяжная вентиляция из зон выделения вредных веществ (кухня, санузел).

Забор воздуха в систему кондиционирования осуществляется вентилятором, встроенным во внутренний блок кондиционера. В этом блоке смешанный воздух фильтруется, обрабатывается в зависимости от заданного режима (охлаждается, осушается либо нагревается) и далее тем же вентилятором по системе воздуховодов раздается по помещени-

ям. Для дополнительного подогрева воздуха зимой, когда эффективность работы теплового насоса снижается, внутренний блок может быть укомплектован электро- или водяным калорифером.

Выпускаются миницентральные установки различных моделей: потолочные, напольные, настенные. Они могут выполнять функции обычной приточной установки или кондиционера.

## **Проектирование и строительство систем отопления, вентиляции и кондиционирования в соответствии с СП 31-106-2002**

Проектирование и строительство систем отопления, вентиляции и кондиционирования домов должно осуществляться (кроме указанных выше СНиП) в соответствии с СП 31-106-2002 на базе современного отопительно-вентиляционного оборудования, установок кондиционирования воздуха и средств автоматизации систем.

В соответствии с СП 31-106-2002 применяемые в системах ОВ и К оборудование, приборы и арматура должны быть полной заводской готовности и иметь заводские инструкции по установке и эксплуатации.

- Применяемые в системах изделия и материалы должны удовлетворять требованиям соответствующих стандартов или технических условий.
- Проектирование и монтаж систем должны выполняться организациями, имеющими соответствующие лицензии.
- Смонтированные системы должны быть испытаны в соответствии с требованиями нормативных документов и заводских инструкций (паспортов) на оборудование.
- В доме должны быть установлены соответствующие принятым инженерным системам приборы учета потребляемой энергии (тепловой, электрической).
- Оборудование и элементы инженерных систем, за исключением заделываемых труб или каналов, должны монтироваться так, чтобы

был предусмотрен доступ для осмотра, технического обслуживания и ремонта.

Особое внимание следует уделить требованиям к размещению и установке в доме индивидуальных теплогенераторов, обеспечению пожарной безопасности и взрывобезопасности в помещениях при эксплуатации теплогенераторов (СП 31-106-2002, раздел 6 "Теплоснабжение").

- В проекте системы отопления необходимо предусмотреть возможность ручного или автоматического регулирования ее параметров.
- Система отопления индивидуального жилого дома должна быть запроектирована в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05, смонтирована и испытана в соответствии с требованиями СНиП 3.05.01.



# **Раздел V. Оборудование для систем вентиляции и кондиционирования воздуха**





## Глава 27. Вентиляторы

### Общая часть

Вентиляционные системы комплектуются различным основным оборудованием:

- вентиляторы (радиальные, осевые, крышные); вентиляторные агрегаты (вентилятор с электродвигателем на одном валу или связан с электродвигателем трансмиссией, с различными регулирующими устройствами, виброизолирующими прокладками, установленными в корпусе. Например, вентиляторные агрегаты центральных кондиционеров, канальные вентиляторы, воздушно-тепловые завесы; точные вентиляционные установки, установки кондиционирования воздуха), см. гл. 28.
- воздухонагреватели, воздухоохладители, фильтры для очистки воздуха; различное сетевое оборудование, см. гл. 29.

### Классификация вентиляторов и область их применения

Вентиляторы относятся к классу воздуходувных лопаточных машин и предназначены для перемещения воздуха и других газов при повышении полного давления до 12 кПа.

По направлению потока воздуха (газа) вентиляторы разделяются на радиальные (центробежные), осевые и крышные (имеющие специальную конструкцию для установки на кровле здания), которые могут быть радиальными и осевыми. Назначение и область применения вентиляторов указаны в табл. 27.1.

#### РАДИАЛЬНЫЙ ВЕНТИЛЯТОР

состоит из трех основных элементов: рабочего колеса, спирального корпуса и привода.

Воздух входит в рабочее колесо, отклоняется в нем на 90° в радиальном направлении и за счет центробежных сил поступает в улитку спирального корпуса, перемещается по нему и через отверстие выходит из вентилятора. Рабочее колесо вентилятора

изготавливается с лопатками, загнутыми вперед (в сторону вращения), или с лопатками, загнутыми назад.

Выпускаются вентиляторы одностороннего и двухстороннего всасывания.

По направлению вращения рабочего колеса различают вентиляторы правого и левого вращения. Если смотреть со стороны всасывания, у вентилятора правого вращения рабочее колесо вращается по часовой стрелке, а у вентиляторов левого вращения против часовой стрелки.

У вентиляторов двухстороннего всасывания направление вращения определяется со стороны, противоположной приводу.

Радиальные вентиляторы имеют различные положения корпуса (по ГОСТ 5976-90), см. рис. 27.1.

Конструктивное исполнение отечественных радиальных вентиляторов:

- 1 — на одном валу с электродвигателем;
- 5 — на клиноременной передаче.

Радиальные вентиляторы имеют высокий КПД (до 80%).

#### ОСЕВОЙ ВЕНТИЛЯТОР

состоит из трех основных узлов: рабочего колеса с лопатками пропеллерного типа, цилиндрического корпуса и привода.

Воздух проходит через корпус и рабочее колесо в направлении вдоль оси вращения.

Определение направления вращения у осевых вентиляторов производится по такому же принципу, как и у радиальных.

По сравнению с радиальными осевые вентиляторы развивают меньшие давления (до 1 кПа), но позволяют достичь больших величин подачи и КПД при меньших габаритах и массе.

#### КРЫШНЫЕ ВЕНТИЛЯТОРЫ

применяются для вытяжной вентиляции; бывают общего и специального назначения. Специальные крышные вентиляторы применяются для дымоудаления.



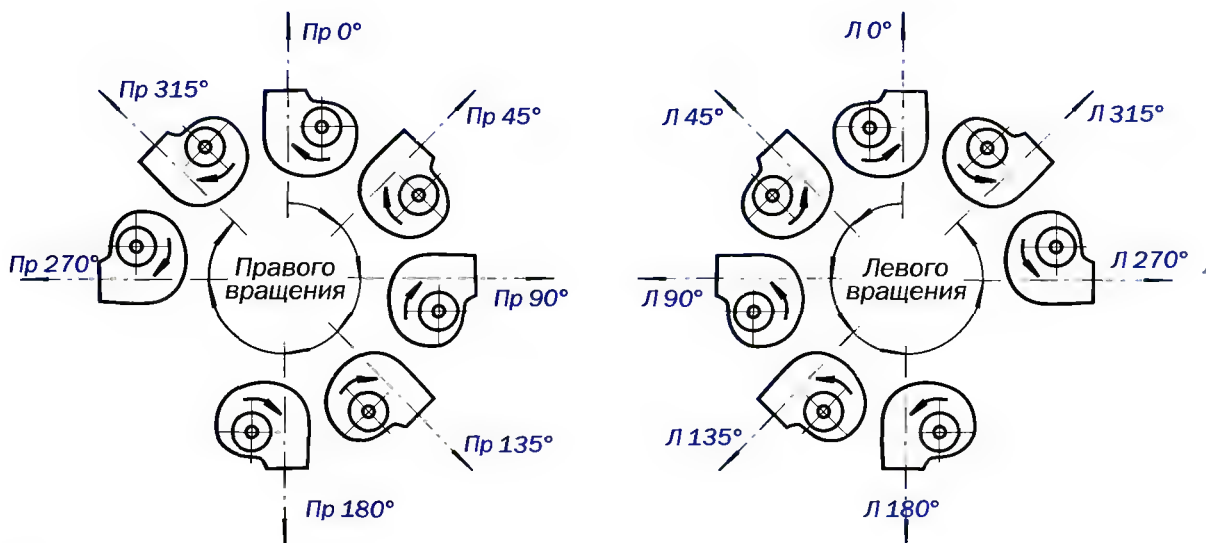


Рис. 27.1. Положения корпуса радиального вентилятора правого и левого вращения

Независимо от типа крышного вентилятора (радиального или осевого) ось вращения его расположена вертикально, и всасываемый воздух движется по вертикали вверх.

### КАНАЛЬНЫЕ ВЕНТИЛЯТОРЫ

предназначены для установки в сети воздуховодов. Выпускаются модели для установки в круглых (диаметром от 100 до 500 мм) и прямоугольных (сечением от 300×150 до 1000×500 мм) воздуховодах.

### ОБОЗНАЧЕНИЯ ВЕНТИЛЯТОРОВ

Размер вентилятора характеризуется его номером — наружным диаметром рабочего колеса, измеренным в дециметрах.

Тип вентилятора определяется величинами безразмерных коэффициентов производительности  $\phi$  и полного давления  $\psi$  в номинальном режиме. Для характеристики типа вентилятора используют также критерий быстроходности  $h_y$ .

#### Вентилятор радиальный

Обозначение типа радиального вентилятора (ГОСТ 5976-90) состоит из:

1. Буквы «В» — вентилятор;
2. Буквы «Р» или «Ц» — радиальный или центробежный;
3. Стократной величины коэффициента полного давления  $\psi$  в режиме максимального КПД, округленной до целого числа;

4. Величины быстроходности  $h_y$  в режиме максимального КПД, округленной до целого числа.

5. Номера вентилятора (числа, соответствующего наружному диаметру рабочего колеса  $D$ , мм).

Например: ВР-86-77-6,3 — обозначение вентилятора радиального с коэффициентом полного давления  $\psi = 0,86$  и быстроходностью  $h_y = 76,5$ , № 6,3 ( $D = 630$  мм).

#### Вентилятор осевой

Обозначение типа осевого вентилятора (ГОСТ 11442-90) состоит из:

1. Буквы «В» — вентилятор;
2. Буквы «О» — осевой;
3. Стократной величины коэффициента полного давления  $\psi$  в режиме максимального КПД, округленной до целого числа;
4. Быстроходности  $h_y$  в режиме максимального КПД, округленной до целого числа.
5. Номера вентилятора (числа, соответствующего наружному диаметру рабочего колеса  $D$ , мм).

Например: ВО-14-320-6,3 — обозначение вентилятора осевого с коэффициентом полного давления  $\psi = 0,14$  и быстроходностью  $h_y = 320$ , № 6,3 ( $D = 630$  мм).

#### Вентилятор крышный

Обозначение типа крышного вентилятора (ГОСТ 24814-81) состоит из:

1. Буквы «В» — вентилятор;
2. Буквы «К» — крышный;



Таблица 27.1

## Назначение и область применения вентиляторов

| Назначение                                                                           | Материал                            | Область применения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Общего назначения                                                                    | Углеродистая сталь                  | <p>Для перемещения воздуха, а также различных газов и смесей, агрессивность которых по отношению к углеродистым сталям не выше агрессивности воздуха с температурой до 80 °С и концентрацией пыли или других твердых примесей не более 100 мг/м<sup>3</sup>, при отсутствии в воздухе липких волокнистых веществ, которые могут засорить вентилятор</p> <p>Для вентиляторов двухстороннего всасывания с расположением клиноременной передачи в перемещаемой среде. Температура среды не должна превышать 60 °С. Плотность перемещаемой среды 1,2 кг/м<sup>3</sup></p> |
| Общего назначения жаростойкие (с обдувом электродвигателя)                           | Углеродистая сталь                  | То же, но с температурой до 200 °С.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Специального назначения:                                                             |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| пылевые                                                                              | Углеродистая сталь                  | <p>Для перемещения невзрывоопасных неабразивных пылегазовоздушных смесей, агрессивность которых по отношению к углеродистой стали не выше агрессивности воздуха с температурой до 80 °С, с содержанием механических примесей до 1 кг/м<sup>3</sup>, без липких и волокнистых материалов</p>                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| пылевые взрывозащищенные                                                             |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| пылевые коррозионно-стойкие                                                          |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| взрывозащищенные                                                                     |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Коррозионностойкие                                                                   | Нержавеющая сталь, пластмасса       | <p>Для перемещения воздуха и газовых сред повышенной влажности, загрязненных химическими компонентами, с температурой до 80 °С, с запыленностью не более 100 мг/м<sup>3</sup>, не содержащих липких и волокнистых материалов</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Коррозионностойкие жаростойкие                                                       | Нержавеющая сталь                   | То же, но с температурой до 200 °С                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Искрозащищенные, комплектуются взрывозащищенным электродвигателем                    | Нержавеющая сталь, латунь, алюминий | <p>Для перемещения газопаровоздушных взрывоопасных смесей 1, 2 и 3-й категорий, групп Т1, Т2, Т3 по классификации ПУЭ, не вызывающих ускоренной коррозии материалов проточной части вентилятора, не содержащих взрывчатых веществ, взрывоопасной пыли, с запыленностью не более 10 мг/м<sup>3</sup>, не содержащих липких и волокнистых материалов</p>                                                                                                                                                                                                                |
| Искрозащищенные коррозионностойкие, комплектуются взрывозащищенным электродвигателем | Углеродистая сталь, латунь          | То же плюс область применения коррозионностойких вентиляторов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Дымоудаления (с обдувом электродвигателя)                                            | Углеродистая сталь                  | Для удаления дымовоздушных смесей с температурой до 400 °С в течение часа при пожаре                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Дымоудаления                                                                         | Нержавеющая сталь                   | Для удаления дымовоздушных смесей с температурой до 400 °С (в течение двух часов) и до 600 °С (в течение часа) при пожаре                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

3. Буквы «Р» — радиальный;
4. Буквы «М» — обозначение фирмы-изготовителя;
5. Номера вентилятора (числа, соответствующего наружному диаметру рабочего колеса  $D$ , мм).

Например: ВКРМ-6,3-03 — обозначение вентилятора крышного радиального МОВЕНА № 6,3, ( $D = 630$  мм), число 03 обозначает конструктивный вариант.

## Аэродинамические характеристики и параметры вентиляторов.

### Работа вентилятора в сети

Режим работы вентилятора при определенной подаче  $L$ , м<sup>3</sup>/ч, характеризуется величинами полного  $P_v$ , Па, и статистического  $P_{sv}$ , Па, давлений, потребляемой мощности  $N$ , кВт, полного  $\eta_s$  и статического  $\eta_{ст}$  КПД.

Полное давление равно сумме статического  $P_{sv}$  и динамического  $P_{dv}$  давлений и представляет собой разность полных давлений потока на выходе из вентилятора и входе в него при определенной плотности  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>, перемещаемой среды.

Потребляемая мощность  $N$  определяется крутящим моментом на валу вентилятора без учета механических потерь в передаче и подшипниках.

Полный КПД вентилятора представляет собой отношение полезной мощности  $N_n$ , кВт, к мощности на валу вентилятора  $N$ , кВт, и определяет его КПД (эффективность работы) при разных режимах:

$$\eta = \frac{N_n}{N} = \frac{P_v \cdot L}{1000 \cdot N} \quad (27.1)$$

Аэродинамические характеристики вентилятора строятся по данным аэродинамических испытаний, проведенных в соответствии с требованиями ГОСТа на стенде испытательной лаборатории.

Подбор типоразмера вентилятора осуществляется по производительности  $L$  и оптимальному значению полного давления  $P$ . Вначале производится предварительный подбор по сводным графикам аэродинамических характеристик, затем окончательный — по графикам индивидуальных характеристик.

Аэродинамические характеристики различных типов вентиляторов приводятся в соответствующих каталогах фирм-производителей и в руководствах по расчету и подбору вентиляторов, разработанных ГПКНИИ СантехНИИпроект.

Аэродинамические характеристики вентиляторов составлены для стандартных условий и соответствуют работе вентиляторов на чистом воздухе с климатическими параметрами: температура  $t = 20$  °С, влажность  $\varphi = 50\%$ , плотность  $\rho = 1,2$  г/м<sup>3</sup>, барометрическое давление  $P_6 = 0,101$  МПа.

В каталогах ряда фирм приводятся также аэродинамические характеристики вентиляторов при температуре перемещаемой среды 200 °С, 400 °С и выше.

В целях повышения энергоэффективности систем вентиляции следует подбирать вентилятор с КПД не ниже 0,9 максимального.

Производительность вентиляторов системы общеобменной (приточной и вытяжной) вентиляции и местных отсосов при протяженности сети воздухопроводов (металлических, металлопластиковых, неметаллических) до 50 м в расчетах принимается с коэффициентом 1,1. В редких случаях протяженность сети превышает 50 м, тогда принимается коэффициент 1,15.

Требуемую мощность на валу электродвигателя  $N$ , кВт, при перемещении чистого воздуха в стандартных условиях определяют по формуле

$$N = \frac{L \cdot P_{vp \text{ рас.}}}{3600 \cdot 1020 \cdot \eta_v \cdot \eta_n} \quad (27.2)$$

где  $P_{vp \text{ рас}}$  — расчетное сопротивление сети;

$\eta_v$  — КПД вентилятора в рабочей точке характеристики;

$\eta_n$  — КПД передачи;

Установочная мощность электродвигателя, кВт:

$$N_y = K \cdot N, \quad (27.3)$$

где  $K$  — коэффициент запаса мощности (см. табл. 27.2).

## Шум и вибрация вентиляторов

В целях соблюдения санитарных норм уровня шума для помещений различного назначения при выборе вентиляторов следует учитывать их акустические характеристики.

В вентиляционной сети создаются механический шум (от элементов привода, от вибрации стенок кожуха вентилятора и воздухопроводов) и аэродинамический шум (от работы самого вентилятора и создаваемого им потока воздуха в элементах воздухопроводов и сетевого оборудования).

Таблица 27.2

Коэффициенты запаса мощности,  $K$ 

| Мощность номинальная электродвигателя, кВт | $K$                   |                   |
|--------------------------------------------|-----------------------|-------------------|
|                                            | Радиальный вентилятор | Осевой вентилятор |
| 0,3                                        | 1,5                   | 1,2               |
| 0,51—1,0                                   | 1,3                   | 1,15              |
| 1,01—2,0                                   | 1,2                   | 1,1               |
| 2,01—5,0                                   | 1,15                  | 1,05              |
| 5,01 и более                               | 1,1                   | 1,05              |

Шумовые характеристики определяются путем акустических испытаний и приводятся в каталогах оборудования фирм-производителей.

### Вентиляторные агрегаты

Вентиляторные агрегаты (вентиляторные установки) на основе радиальных вентиляторов предназначены для перемещения обрабатываемого воздуха в центральных кондиционерах и приточных камерах. Вентиляторы в агрегатах размещаются на одном валу с электродвигателем или связаны с ним трансмиссией, например, клиноременной передачей. Вентагрегаты комплектуются направляющими

аппаратами, которые служат для регулирования производительности и давления путем изменения угла входа потока воздуха на лопатки рабочего колеса вентилятора и, таким образом, изменения проходного сечения на входе вентилятора. При включении вентиляторного агрегата можно с помощью направляющего аппарата обеспечить снижение пусковой нагрузки электродвигателя, полностью перекрывая на время пуска входное отверстие вентилятора.

Направляющий аппарат представляет собой корпус, в котором смонтированы плоские лопатки и механизм их поворота. Поворот лопаток осуществляется через червячный редуктор вручную или электроприводом.

# Глава 28. Кондиционеры

## Общая часть

Кондиционер — это комплекс оборудования для создания и автоматического поддержания в помещениях определенных параметров воздушной среды (температуры, относительной влажности, чистоты и скорости движения воздуха, наиболее отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям), вне зависимости или в заданной зависимости от изменений атмосферных или внутренних условий.

Кондиционер является основой системы кондиционирования воздуха (СКВ), которая обеспечивает комфортные условия, улучшает самочувствие людей, способствует повышению производительности труда. При тепловлажностной обработке воздуха в зимнее время воздух обычно нагревают и увлажняют; в летнее время, когда тепло- и влагосодержание наружного воздуха выше заданного для помещения, приточный воздух охлаждают и осушают.

## Кондиционер центральный (приточная установка)

Производительность центральных кондиционеров от 1500 до 150000 м<sup>3</sup>/ч. Кондиционеры состоят из

секций различного назначения, при помощи которых обеспечивается заданный режим работы.

Современные центральные кондиционеры панельного типа состоят из отдельных секций (табл. 28.1), наружная и внутренняя часть которых, выполнены из оцинкованных стальных листов с наполнителем между ними — минеральной ватой или полиуретаном.

Панели корпусов кондиционеров теплозвукоизолированы. Кондиционеры могут поставляться как с окрашенными, так и с оцинкованными панелями.

Теплообменники большинства современных кондиционеров изготавливаются из медных трубок с оребрением алюминиевыми пластинами. Температура воздуха существенно зависит от конструкции теплообменника — количества трубок в ряду, количества рядов, количества пластин, расстояния между пластинами, толщины пластин, числа ходов и расположения трубок по ходу воздуха (коридорный или шахматный порядок).

Увлажнение воздуха в центральных кондиционерах осуществляется в форсуночных камерах, в орошаемых слоях (насадках) с помощью парогенератора.

В вентиляторных секциях применяются вентиляторы двухстороннего всасывания.

Таблица 28.1

Состав и назначение секций кондиционера

| Секции                                | Назначение                                                            |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Приемная                              | Прием и регулирование объема наружного воздуха                        |
| Смесительная                          | Смешивание наружного и рециркуляционного воздуха                      |
| Фильтр                                | Очистка воздуха от пыли                                               |
| Воздухонагреватель (электрокалорифер) | Нагрев воздуха                                                        |
| Воздухоохладитель                     | Охлаждение и осушка воздуха                                           |
| Шумоглушитель                         |                                                                       |
| Вентилятор                            | Перемещение воздуха в кондиционере и подача в обслуживаемые помещения |
| Ороситель                             | Увлажнение воздуха в адиабатном и политропном режимах                 |
| Рекуператор тепла вытяжного воздуха   | Экономия тепловых ресурсов                                            |



## Малогабаритные центральные кондиционеры

Малогабаритные кондиционеры могут быть подвесными, настенными и напольными.

Производительность малогабаритных кондиционеров по воздуху от 500 до 1500 м<sup>3</sup>/ч.

Малогабаритный кондиционер комплектуется приемным клапаном, вентилятором, теплообменником (электрокалорифером), фильтром, шумоглушителем, свободной секцией.

В малогабаритных кондиционерах применяются в основном вентиляторы канального типа с двигателем, имеющим внешний ротор.

Малогабаритные кондиционеры могут использоваться практически во всех встроенных и встроенно-пристроенных к жилым зданиям помещениях общественного назначения, коттеджах, гаражах.

## Автономные кондиционеры

Автономный кондиционер (КА) представляет собой агрегат со встроенной холодильной машиной. Охлаждение конденсатора может быть как водяным — в градирнях, так и воздушным (сплит-система). Калорифер может быть водяным и электрическим, 3–6-ступенчатым.

Автономные кондиционеры предполагают работу практически на 100% рециркуляции. Однако, если место установки кондиционера в помещении позволяет производить забор наружного воздуха, рециркуляция может регулироваться в пределах 85–100%.

Поддержание заданных параметров приточного воздуха осуществляется встроенной автоматикой.

## Системы «чиллер-фан-койл»

В последнее время широко применяются системы «чиллер-фан-койл».

Холодильные машины — чиллеры выпускаются различных моделей: с воздушными или водяными, встроенными или выносными конденсаторами. Чиллер включает в себя компрессор, конденсатор, испаритель, запорную арматуру, элементы защиты и автоматику. Чиллеры могут работать в режиме теплового насоса (при этом можно получать горячую воду).

Фан-койл представляет собой агрегат, состоящий из теплообменников и вентилятора, может быть двух- и четырехтрубным. Теплообменники — медноалюминиевые. Вентиляторы — двухстороннего всасывания.

Для регулирования параметров воздуха, выходящего из фан-койла, применяются регуляторы скорости вращения электродвигателя вентилятора и клапаны регулирования расхода тепло- и холодоносителя.

Чтобы исключить образование на поверхности корпуса конденсата, внутренняя поверхность корпуса теплоизолируется. Для сбора и отвода конденсата предусмотрен поддон с отводящей трубкой.

Все кондиционеры комплектуются средствами автоматики. Схемы автоматического поддержания заданных параметров приточного воздуха, защиты от замораживания калорифера могут быть различными: с насосной циркуляцией и без нее, с двух- и трехходовыми клапанами по тепло- и холодоносителю, с термостатами по воздуху, тепло- и холодоносителю и т.д.

## Глава 29. Сетевое оборудование для вентиляционных систем

### Общая часть

Каждая вентиляционная сеть кроме основного оборудования (вентиляторов, кондиционеров и т.д.), комплектуется различным сетевым оборудованием и изделиями. Это заслонки воздушные унифицированные; клапаны лепестковые; клапаны воздушные регулирующие; клапаны воздушные утепленные; дроссель-клапаны; клапаны обратные общего назначения; клапаны обратные взрывозащищенные и искробезопасные; клапаны перекидные взрывозащищенные и искробезопасные; зонты; дефлекторы; воздухораспределители различных типов (гл. 9); огнезадерживающие клапаны; клапаны дымоудаления; глушители шума вентиляционных установок (гл. 10 и настоящая глава); воздуховоды (гл. 8 и настоящая глава); гибкие вставки к центробежным вентиляторам; узлы прохода вентиляционных шахт через покрытия зданий.

### Заслонки воздушные унифицированные

#### Общие сведения

Воздушные заслонки предназначены для регулирования количества воздуха и невзрывоопасных воздушных смесей и применяются в системах вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления и в других санитарно-технических системах с рабочим давлением до 1000 Па (100 кгс/м<sup>2</sup>). Заслонки выпускаются круглого и прямоугольного сечения и представляют собой обечайку или патрубок (корпус) из тонколистовой стали с двумя фланцами для присоединения. В корпусе на осях закреплены поворотные лопатки (1–5 шт.). Поворот лопаток осуществляется вручную с помощью узла управления или исполнительным механизмом. Лопатки снабжены резиновым уплотнителем.

Круглые заслонки ручного управления выпускаются на ниппельном, бандажном и фланцевом соединениях, прямоугольные заслонки ручного управления —

на фланцах из шины или уголка. Круглые и прямоугольные заслонки с площадкой под электропривод выпускаются только на фланцевом соединении.

В качестве исполнительного механизма применяются:

1. Электрический исполнительный механизм однооборотный МЭО-16/63-0,25 или МЭО-40/63-0,25, у которого номинальный крутящий момент на выходном валу 16 или 40 Нм соответственно, а номинальное время поворота выходного вала 63 с;

2. Электропривод типа Belimo LM-230S или Belimo NM-230.

По желанию заказчика электропривод Belimo NM-230 может быть укомплектован вспомогательными переключателями SN1 и SN2 для сигнализации конечных положений или выполнения функции переключения при любом положении заслонки.

#### Область применения

Воздушные заслонки предназначены для регулирования количества воздуха и невзрывоопасных газозвудушных смесей, агрессивность которых по отношению к углеродистым сталям обыкновенного качества не выше агрессивности воздуха с температурой до 80 °С, не содержащих липких веществ и волокнистых материалов, с содержанием пыли и других твердых примесей в количестве не более 100 мг/м<sup>3</sup>. Заслонки предназначены для эксплуатации в условиях умеренного (У) климата.

### Клапаны лепестковые

#### Общие сведения

Клапаны лепестковые стальные в обычном исполнении предназначены для установки на нагнетательной стороне осевых вентиляторов типа ВО-06-300 №4—12,5 в целях предотвращения попадания холодного воздуха и атмосферных осадков в производственные помещения после отключения вентиляторов. Конструкция лепесткового клапана представляет собой корпус, в котором в подшипниках на

осях закреплены лопатки. Назначение подшипников — обеспечить свободное открывание клапана в условиях отрицательных наружных температур при периодической работе вентиляторов. Минимальный динамический напор, при котором работает лепестковый клапан, составляет 30—40 Па.

#### Условия эксплуатации

Клапан предназначен для эксплуатации в условиях умеренного (У) климата 1—4-й категорий размещения по ГОСТ 15150-69.

### Клапаны воздушные регулирующие типа КВР

#### Общие сведения

Клапаны воздушные регулирующие типа КВР с исполнительным механизмом предназначены для регулирования количества воздуха и невзрывоопасных воздушных смесей и применяются в системах вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления и других санитарно-технических системах с рабочим давлением до 1000 Па (100 кгс/м<sup>2</sup>). Клапан воздушный регулирующий состоит из корпуса, поворотных лопаток (1—5 шт.), привода и системы передачи движения от привода к лопаткам. Клапаны могут работать в режиме «открыто—закрыто» и в режиме регулировки воздушного потока.

Исполнительный механизм — электрический однооборотный МЭО-16/63-0,25 или МЭО-40/63-0,25 с номинальным крутящим моментом на выходном валу 16 или 40 Нм соответственно, и с номинальным временем поворота выходного вала 63 с.

#### Область применения

Клапаны воздушные регулирующие типа КВР с ручным и электрическим приводами предназначены для регулирования количества воздуха и газовых смесей, агрессивность которых по отношению к углеродистым сталям обыкновенного качества не выше агрессивности воздуха с температурой до +80 °С, с содержанием пыли и других твердых примесей в количестве не более 100 мг/м<sup>3</sup>, без присутствия в газовой смеси липких веществ и волокнистых материалов.

#### Условия эксплуатации

Клапан предназначен для эксплуатации в условиях умеренного (У) климата 1 — 4-й категорий размещения по ГОСТ 15150-69.

### Клапаны воздушные утепленные типа КВУ

#### Общие сведения

Клапаны воздушные утепленные предназначены для установки на заборе наружного воздуха в вентиляционных системах. Клапан состоит из корпуса, внутри которого на осях смонтированы поворотные лопатки (3—13 шт.). От электрического привода через систему тяг и рычагов осуществляется синхронное движение лопаток от положения «открыто» до положения «закрыто» и обратно. Каждая лопатка имеет коробчатое сечение и заполнена утеплителем.

В каждом стыке поворотных лопаток клапана установлены трубчатые электронагреватели (ТЭН) для подогрева стыков в случае смерзания лопаток. Электроподогрев должен включаться за 10—20 мин до открытия клапана и выключаться при пуске вентиляционной системы.

Исполнительный механизм — электрический однооборотный МЭО-16/63-0,25 или МЭО-40/63-0,25 с номинальным крутящим моментом на выходном валу 16 или 40 Нм соответственно, и с номинальным временем поворота выходного вала 63 с.

#### Условия эксплуатации

Клапан воздушный утепленный предназначен для регулирования количества воздуха и газовых смесей, агрессивность которых по отношению к углеродистым сталям обыкновенного качества не выше агрессивности воздуха с температурой до +80 °С, с содержанием пыли и других твердых примесей в количестве не более 100 мг/м<sup>3</sup>, без присутствия в газовой смеси липких веществ и волокнистых материалов. Клапан применяется в системе кондиционирования воздуха и вентиляции низкого давления (рабочее давление до 1470 Па — 150 кгс/м<sup>2</sup>).

Клапан предназначен для эксплуатации в условиях умеренного (У) климата 1 — 4-й категорий размещения по ГОСТ 15150-69.

### Дроссель-клапаны

#### Общие сведения

Дроссель-клапаны предназначены для регулирования воздуха, проходящего по воздуховодам, и состоят из патрубка, сектора управления и полотна. Изготавливаются из тонколистовой оцинкованной стали. Дроссель-клапаны устанавливаются в воз-

духоводе. Положения полотна фиксированные с шагом поворота 15°.

#### **Условия эксплуатации**

Дроссель-клапаны изготавливают в климатическом исполнении У и УХЛ 3-й и 4-й категорий размещения для эксплуатации в микроклиматических районах с умеренным и холодным климатом по ГОСТ 15150-69\*. В гражданских зданиях дроссель-клапаны диаметром свыше 500 мм применять не рекомендуется вследствие создаваемого ими шума.

### **Клапаны обратные общего назначения**

#### **Общие сведения**

Клапаны обратные общего назначения служат для предотвращения перетекания воздуха через воздухопроводы при остановленном вентиляторе. Кроме того, клапаны с регулируемым упором можно использовать для регулирования подачи воздуха в вентиляционных установках. Клапаны (кроме КОг и КОв) могут быть установлены как в вертикальном, так и в горизонтальном участке воздухопровода. При установке клапана в вертикальном воздухопроводе поток воздуха должен быть направлен снизу вверх. Установка клапанов в сети допускается при скоростях воздуха на горизонтальных участках не менее 6 м/с и на вертикальных не менее 4 м/с.

#### **Условия эксплуатации**

Клапаны обратные по условиям эксплуатации предназначены для климатического исполнения У, а по размещению соответствуют 3-й категории по ГОСТ 15150-69.

### **Клапаны обратные взрывозащищенные и искробезопасные**

#### **Общие сведения**

Клапаны обратные взрывозащищенные и искробезопасные для вентиляционных систем взрывоопасных производств предназначены для предотвращения перетекания воздуха через ответвления к отключенным вентиляторам (или от них) при присоединении последних к коллекторам. С помощью клапанов можно регулировать расход воздуха в вентиляционных установках.

Клапаны могут применяться в вентиляционных системах с давлением 1500 Па и скоростью переме-

щения воздушной среды 6—20 м/с и устанавливаться как в вертикальном, так и в горизонтальном участке воздухопровода. Установка клапанов в вертикальном участке воздухопровода более предпочтительна. Применение клапанов в сети допускается при скоростях воздуха на горизонтальных участках не менее 6 м/с и на вертикальных не менее 4 м/с. При установке клапанов в вертикальном воздухопроводе поток воздуха должен быть направлен снизу вверх.

Клапаны изготавливаются в двух исполнениях: для воздухопроводов круглого и прямоугольного сечения. Клапаны обратные взрывозащищенные и искробезопасные аналогичны по назначению и конструкции.

Применение взрывозащищенных и искробезопасных клапанов осуществляется в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91\*.

#### **Условия эксплуатации**

Клапаны предназначены для эксплуатации в закрытых помещениях с искусственно регулируемым климатическими условиями. Вид климатического исполнения — УХЛ4 по ГОСТ 15150-69.

Взрывозащищенные и искробезопасные клапаны предназначены для использования в системах, в которых перемещаются взрывоопасные смеси всех категорий и групп по классификации ГОСТ 12.1.011, и устанавливаются во взрывоопасных зонах помещений, относящихся к классам В-1, В-1А, В-1Б по классификации ПУЭ.

Не допускается применение клапанов в системах перемещения газопаровоздушных смесей от технологических установок, в которых взрывоопасные вещества нагреваются выше температуры их самовоспламенения или находятся под избыточным давлением, а также в системах, в которых перемещаются среды с агрессивностью по отношению к углеродистым сталям обыкновенного качества выше агрессивности воздуха, с запыленностью более 100 мг/м<sup>3</sup>, с содержанием липких и волокнистых материалов и взрывоопасной пыли.

### **Клапаны перекидные взрывозащищенные и искробезопасные**

#### **Общие сведения**

Клапаны перекидные предназначены для автоматического подключения в сеть резервного вентилятора при остановке рабочего. Они устанавливаются



только на вертикальных участках приточных воздуховодов. В помещениях высотой менее 3 м клапаны не устанавливаются.

Клапаны могут устанавливаться в вентиляционных системах взрывоопасных производств с давлением до 1500 Па и скоростью перемещаемой воздушной среды 6—20 м/с.

Клапан состоит из корпуса, в котором в подшипниках на оси закреплена лопатка. При остановке основного приточного вентилятора и включении резервного вентилятора возникает воздушный поток в полости резервного приточного воздуховода, перекрытого лопаткой. Лопатка поворачивается на 90°, открывая проход воздуху, и перекрывает полость основного приточного воздуховода.

Специальный указатель на внешней стенке корпуса клапана показывает положение лопатки.

Для обеспечения искрозащиты все детали, которые в процессе работы соприкасаются между собой (ось, лопатка и др.), выполнены из пары металлов: латунь—сталь.

Применение взрывозащищенных и искробезопасных клапанов осуществляется в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91\*.

### Условия эксплуатации

Клапаны предназначены для эксплуатации в закрытых помещениях с искусственно регулируемым климатическими условиями. Вид климатического исполнения — УХЛ4 по ГОСТ 15150-69.

Клапаны предназначены для использования в системах, в которых перемещаются взрывоопасные смеси всех категорий и групп по классификации ГОСТ 12.1.011, и устанавливаются во взрывоопасных зонах помещений, относящихся к классам В-1, В-1А, В-1Б по классификации ПУЭ.

Клапаны не допускается применять в системах, в которых перемещаются среды с агрессивностью по отношению к углеродистым сталям обыкновенного качества выше агрессивности воздуха, с запыленностью более 100 мг/м<sup>3</sup>, с содержанием липких и волокнистых материалов.

## Зонты

### Общие сведения

Зонты применяются в системах вытяжной вентиляции с естественным или механическим побуждением.

Назначение зонтов — предотвращение попада-

ния атмосферных осадков в вентиляционные шахты. Размеры зонта выбираются по каталогу фирмы-изготовителя в зависимости от поперечного сечения вентиляционной шахты.

Зонты изготавливаются по конфигурации колпака — круглые и прямоугольные. Все присоединительные размеры соответствуют нормализованному ряду воздуховодов и присоединительным размерам узлов прохода вентиляционных вытяжных шахт через покрытия зданий по серии 5.904-45.

## Дефлекторы

### Общие сведения

Дефлекторы предназначены для усиления тяги в вертикальных шахтах путем использования ветрового напора.

Дефлектор состоит из диффузора, полуцилиндра с диаметром  $D_1$ , мм, конуса, лапки и зонта. Выбор дефлектора производится по каталогу фирмы-изготовителя.

Дефлекторы до  $D_1 = 500$  мм поставляются комплектно в сборе, от  $D_1 = 630$  мм — разобранными (собираются на монтаже), комплектно с крепежными деталями.

Дефлекторы выполняются в климатическом исполнении У, 1-й категории размещения по ГОСТ 15150-69.

## Клапаны огнезадерживающие

### Общие сведения

В соответствии со СНиП 2.04.05-91\* на воздуховодах систем общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования в целях предотвращения проникновения в помещения продуктов горения (дыма) во время пожара необходимо предусматривать:

#### ■ из п. 4.109

- а) огнезадерживающие клапаны — на поэтажных сборных воздуховодах, в местах присоединения их к вертикальному коллектору — для общественных, административно-бытовых и производственных помещений категории Г;
- в) огнезадерживающие клапаны — на воздуховодах, обслуживающих помещения категорий А, Б или В, в местах пересечения воздуховодами противопожарной преграды или перекрытия;
- г) огнезадерживающий клапан — на каждом транзитном сборном воздуховоде (на расстоя-

нии не более 1 м от ближайшего к вентилятору ответвления), обслуживающем группу помещений (кроме складов) одной из категорий А, Б или В общей площадью не более 300 м<sup>2</sup> в пределах одного этажа с выходами в общий коридор;

**Примечание.** Огнезадерживающие клапаны, указанные в подпунктах «а» и «в», следует устанавливать в преграде, непосредственно у преграды с любой стороны или за ее пределами, обеспечивая на участке воздуховода от преграды до клапана предел огнестойкости преграды.

■ из п. 4.110

В противопожарных стенах и перегородках, отделяющих общественные, административно-бытовые или производственные помещения категорий Г и Д от коридоров, допускается устройство отверстий для перетекания воздуха при защите отверстий огнезадерживающими клапанами.

■ из п. 4.119

Для помещений общественных и административно-бытовых зданий, а также для помещений категорий В (кроме складов), Г и Д допускается проектировать транзитные воздуховоды из негорючих материалов с ненормируемым пределом огнестойкости, предусматривая установку огнезадерживающих клапанов на пересечении воздуховодами перекрытия с нормируемым пределом огнестойкости 0,25 ч и более или каждой противопожарной преграды с нормируемым пределом огнестойкости 0,75 ч и более.

■ из п. 4.123

Огнезадерживающие клапаны, устанавливаемые в отверстиях и воздуховодах, пересекающих перекрытия и противопожарные преграды, следует предусматривать с пределом огнестойкости:

- 1 ч — при нормируемом пределе огнестойкости перекрытия или преграды 1 ч и более;
- 0,5 ч — при нормируемом пределе огнестойкости перекрытия или преграды 0,75 ч;
- 0,25 ч — при нормируемом пределе огнестойкости перекрытия или преграды 0,25 ч.

В других случаях предел огнестойкости огнезадерживающих клапанов следует предусматривать не ниже предела огнестойкости воздуховодов, для которых они предназначены, но не менее 0,25 ч.

#### **Клапаны огнезадерживающие КП-Ф1, КОМ-1, КПК-1, КЛОП-1**

Предназначены для автоматического блокирования распространения продуктов горения при пожа-

ре по воздуховодам, шахтам и каналам систем вентиляции и кондиционирования в соответствии со СНиП 2.04.05-91\*. Клапаны устанавливаются на горизонтальных и вертикальных участках воздуховодов при пересечении строительных конструкций с нормируемым пределом огнестойкости. Клапаны огнезадерживающие указанных типов оснащены автоматически и дистанционно управляемыми приводами. Клапаны КП-Ф1, КПК-1, КОМ-1, КЛОП-1 не предназначены для установки в воздуховодах помещений категорий А и Б по взрывопожароопасности. По специальному заказу клапаны могут быть изготовлены в пожаровзрывобезопасном исполнении.

#### **Клапан огнезадерживающий КОМ-1**

##### *Общие сведения*

Предел огнестойкости клапана EI75 (1,25 ч).

Огнезадерживающие клапаны КОМ-1 выпускаются в различных модификациях в зависимости от типа привода:

- с электромагнитным приводом в комбинации с тепловым замком на 72 °С (или без него);
- с электромеханическими приводами Belimo (серии BF или BLF) и Polar Bear (серии SF) в комбинации с терморазмыкающим устройством на 72 °С (или без него);
- с пружинным приводом и тепловым замком на 72 °С или 141 °С.

Площадь проходного сечения  $F_{\text{кл}}$  клапанов КОМ-1 определяется по формуле

$$F_{\text{кл}} = \frac{(A - 30) \cdot (B - 52)}{10^6} \text{ м}^2,$$

где  $A, B$  — внутренние размеры поперечного сечения клапана, мм ( $A \geq B$ ).

Величина сопротивления клапанов дымогазопроницанию при температуре воздуха 20 °С составляет не менее

$$S_{\text{кл}} = \frac{1,6 \cdot 10^6}{F_{\text{кл}}}.$$

#### **Клапан огнезадерживающий КЛОП-1**

##### *Общие сведения*

Предел огнестойкости клапана EI60 (1 ч).

Огнезадерживающие клапаны КЛОП-1 выпускаются в различных модификациях в зависимости от типа привода:

- с электромагнитным приводом в комбинации с тепловым замком на 72 °С (или без него);

■ с электромеханическими приводами Belimo (серии BF или BLF) и Polar Bear (серии SF) в комбинации с терморазмыкающим устройством на 72 °С (или без него);

■ с пружинным приводом и тепловым замком на 72 °С или 141 °С.

Площадь проходного сечения  $F_{\text{кл}}$  клапана КЛОП-1 определяется по формуле

$$F_{\text{кл}} = \frac{(A - 36) \cdot (B - 63)}{10^6} \text{ м}^2,$$

где  $A, B$  — внутренние размеры поперечного сечения клапана, мм ( $A \geq B$ ).

Величина сопротивления клапанов дымогазопроницанию при температуре воздуха 20 °С составляет не менее

$$S_{\text{кл}} = \frac{3,0 \cdot 10^5}{F_{\text{кл}}}.$$

## Клапаны дымоудаления

В соответствии со СНиП 2.04.05-91\* для противоподымной защиты следует предусматривать дымовые клапаны из негорючих материалов, автоматически открывающиеся при пожаре, с пределом огнестойкости 0,5 ч при удалении дыма из коридоров, холлов и помещений (п. 5.11) и 0,25 ч — при удалении газов и дыма после пожара (п. 5.13). Допускается применять дымовые клапаны с ненормируемым пределом огнестойкости для систем, обслуживающих одно помещение. Клапаны дымоудаления КДП-5А, КДМ-2 предназначены для открытия отверстия (проема) в канале (шахте) вытяжной противодымной вентиляции. Применение клапанов осуществляется в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91\*. Противопожарные комбинированные нормально закрытые клапаны КП-Ф1 и КПК-1 могут применяться в качестве клапанов дымоудаления. Клапаны дымоудаления указанных типов не подлежат установке в помещениях категорий А и Б по пожаровзрывобезопасности.

### Клапан дымоудаления КДП-5А.

#### Общие сведения

Клапан дымоудаления поэтажный КДП-5А является элементом системы противодымной защиты жилых зданий, устанавливается в специальных шахтах и предназначен для открытия проема в шахту противодымной вытяжной вентиляции для удаления дыма с этажа пожара.

Клапан состоит из корпуса, заслонки, автоматического привода открытия, средств контроля положения заслонки, механизма ручного открытия и закрытия. Клапан дымоудаления закрывается декоративной решеткой.

Устройство клапана позволяет вести контроль за положением заслонки клапана дистанционно (с диспетчерского пункта).

Живое (проходное) сечение клапана 0,203 м<sup>2</sup>. Угол открытия 45°. Декоративная решетка клапана должна быть термоизолирована от его корпуса для исключения нагрева и крепиться на расстоянии от клапана, с тем чтобы не уменьшать его живое сечение. Клапан должен устанавливаться так, чтобы нижняя кромка его проходного отверстия была не ниже верхней кромки дверных проемов помещения, в котором клапан устанавливается.

При монтаже клапана для уплотнения его в проеме не допускается применение прокладок (резины, гернита в обмазке клеем и без таковой). Для этих целей используется асбестовый шнур с последующим заштукатуриванием цементо-песчаным раствором.

Предел огнестойкости клапана дымоудаления — не менее часа.

Через клапан при включенной системе дымоудаления должно проходить не менее 4500 м<sup>3</sup>/ч воздуха при температуре не выше 25 °С.

Сечение шахты, в которой устанавливается клапан дымоудаления, не менее 550×550 мм. Клапаны дымоудаления КДП-5А предполагает изготавливать завод Моспромэлектроконструкция.

Клапан КДП-5А устанавливается в вертикальном канале.

### Клапан дымоудаления КДМ-2.

#### Общие сведения

Клапан предназначен для применения в системах противодымной защиты зданий и сооружений различного назначения в целях удаления продуктов горения из помещений поэтажных коридоров, холлов, тамбуров и т.п.

Клапан может устанавливаться в проемах ограждающих конструкций дымовых вытяжных или воздухоприточных каналов, в проемах перекрытий или подвесных потолков, а также на ответвлениях воздуховодов. Клапан сохраняет свою работоспособность при установке в любой плоскости.

Применение клапана осуществляется в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91.

### Варианты комплектации

1. Электромагнитный привод отечественного производства, заслонка клапана открывается:

- автоматически по сигналу пожарной автоматики;
  - дистанционно с пульта управления;
  - от кнопки в месте установки клапана;
  - вручную рычагом на сердечнике электромагнита.
- Закрывается заслонка вручную.

Принцип срабатывания привода: подача напряжения на электромагнит.

2. Электромеханический привод с возвратной пружиной BELIMO или Polar Bear (Швейцария), заслонка клапана открывается:

- автоматически по сигналу пожарной автоматики;
- дистанционно с пульта управления;
- от тумблера в месте установки клапана.

Закрывается заслонка дистанционно, с пульта управления.

Принцип срабатывания привода: отключение питающего напряжения.

### Условия эксплуатации

Клапан предназначен для эксплуатации в закрытых помещениях с искусственно регулируемые климатическими параметрами.

Вид климатического исполнения — УХЛ4 по ГОСТ 15150-69. Нормальные значения климатических

факторов внешней среды при эксплуатации клапанов:

- окружающая среда не должна содержать агрессивные пары и газы в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию;
- предельные рабочие температуры окружающего воздуха:
  - верхнее значение +40 °С;
  - нижнее значение +1 °С;
- среднемесячное значение относительной влажности в наиболее теплый и влажный период года: 65% при 20 °С, верхнее значение относительной влажности 90% при 20 °С.

Клапан не подлежит установке в воздуховодах и каналах:

- помещений категорий А и Б по пожаровзрывобезопасности;
- местных отсосов пожаровзрывоопасных смесей;
- в местах, не подвергаемых периодической очистке по установленному регламенту для предотвращения горючих отложений.

Клапан оснащен автоматически и дистанционно управляемым электромагнитным или электромеханическим приводом. По заявке заказчика поставляются декоративные решетки, а также изготавливаются клапаны других установочных размеров (минимальный размер 350×300 мм, более 800×600 мм — в сборке кассетного типа).

Клапан КДМ-2 может устанавливаться в горизонтальном, вертикальном или наклонном канале.



## Перечень использованной литературы

1. СНиП 2.04.05-91\*, 1997 г. «Отопление, вентиляция и кондиционирование».
2. СНиП 2.08.01-89\*, 2002 г. «Жилые здания».
3. СНиП 2.09.02-89\*, 1999 г. «Общественные здания».
4. СНиП 31-02-2001, 2001 г. «Дома жилые одно-квартирные».
5. СНиП 21-02-99, 2000 г. «Стоянки автомобилей».
6. СНиП 21-01-79\*, 1999 г. «Противопожарные требования».
7. СНиП 11-12-77, 1998 г. «Защита от шума».
8. СНиП 11-3-79, 1998 г. «Строительная теплотехника».
9. СНиП 2.09.04-87\*, 1999 г. «Административные и бытовые здания».
10. СНиП 21-01-97\*, 1997 г. «Пожарная безопасность зданий и сооружений».
11. СНиП 2.07.01-89\*, 1994 г. «Планировка и застройка городских и сельских поселений».
12. СНиП 23-01-99, 2000 г. «Строительная климатология».
13. СП 23-101-2000, 2001 г. «Проектирование тепловой защиты зданий».
14. СП 41-101-95, 1999 г. «Проектирование тепловых пунктов».
15. МГСН 1.01-94, 2000 г. «Временные нормы и правила проектирования, планировки и застройки г. Москвы» (корректировка и дополнение ВСН 2-85).
16. МГСН 2.01-99, 1999 г. «Энергосбережения в зданиях».
17. МГСН 3.01-01, 2001 г. «Жилые здания».
18. МГСН 5.01-01, 2001 г. «Стоянки легковых автомобилей».
19. МГСН 4.14-98, 1998 г. «Предприятия общественного питания».
20. МГСН 4.13-97, 1998 г. «Предприятия розничной торговли».
21. МГСН 4.18-99, 1999 г. «Предприятия бытового обслуживания населения».
22. МГСН 4.10-97, 1997 г. «Здания банковских учреждений».
23. МГСН 4.12-97, 1997 г. «Лечебно-профилактические учреждения».
24. МГСН 4.06-96, 1997 г. «Общеобразовательные учреждения».
25. МГСН 4.07-96, 1996 г. «Дошкольные учреждения».
26. СНиП 2.04.01-85\*, 1999 г. «Водоснабжение и канализация».
27. Пособие к МГСН 2.01-99 «Энергосбережение в зданиях» Вып. 1. Проектирование теплозащиты жилых и общественных зданий. ГУП «НИАЦ», 2000.
28. РМ-760-МНИИТЭП «Расчет теплопотерь», 1971.
29. Пособие по проектированию автономных инженерных систем многоквартирных и блокированных жилых домов: Торговый Дом «Инженерное оборудование» Госстроя России, 1999.
30. Типовые проекты жилых домов И-700А-МНИИТЭП, И-521А-МНИИТЭП.
31. Еженедельная газета «Стройка», №7, февр. 2001.
32. Указание № 15 от 28.06.2000 г. ОАО «Моспроект».
33. Справочник проектировщика «Внутренние санитарно-технические устройства». Часть 1. Отопление, 1992.
34. Справочник «Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий». Киев: Будевильник, 1983.
35. Пособие 1.91 к СНиП 2.04.05-91. Расчет и распределение приточного воздуха. М.: Промстройэкспор, 1993.
36. Абрамович Г.Н. Турбулентные свободные струи жидкостей и газов. М.: Академкнига, 1998.
37. Шелелев И.А. Основы расчета воздушных завес, приточных струй и пористых фильтров, М.: Госстройиздат, 1980.
38. ВСН 01-89. Ведомственные строительные нормы Предприятия по обслуживанию автомобилей. М.: Минавтотранс РСФСР, 1989.

39. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта ОНТП-01-91/Росавтотранс. М.: Гипроавтотранс, 1991.
40. Методика проведения инвентаризации выбросов, загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий. М.: НИИАТ, 1992.
41. ГОСТ 12.1.005-88. Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
42. Батурин В.В. Основы промышленной вентиляции. М.: Профиздат, 1992.
43. Гримитлин М.И. Закономерности развития вентиляционных струй. В кн.: Теория и расчет вентиляционных струй. Л.: ВНИИОТ ВЦСПС, 1965.
44. Шепелев И.А. Приточные вентиляционные струи и воздушные фонтаны. М.: Известия АСИА СССР, 1961, №4.
45. Эльтерман В.М. Вентиляция химических производств. М.: Стройиздат, 1972.
46. Отопление и вентиляция. Ч 2 Вентиляция под ред. В.Н. Богословского. М.: Стройиздат, 1976.
47. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.: Машиностроение, 1975.
48. Закон РФ «Об охране окружающей природной среды», 1992 г.
49. Закон РФ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», 1998 г.
50. Закон РФ «О защите прав потребителей», 1992 г.
51. Закон РФ «Об охране атмосферного воздуха», 1998 г.
52. Инструкция о порядке рассмотрения, согласования и экспертизы воздухоохраных мероприятий и выдачи разрешений на выбросы загрязняющих веществ в атмосферу по проектным решениям ОНД 1-84. Госкомгидромет СССР. М.: Гидрометеиздат, 1984.
53. Методические указания. Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях РД 52.04.52-85. Новосибирск.: 1986.
54. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. Госкомгидромет СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1987.
55. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта ОНТП 01-91. Росавтотранс. М.: 1991.
56. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий (расчетным методом). Минтранс РФ. М.: 1992.
57. Инструкция по разработке раздела «Охрана окружающей среды» (проектной документации для строительства в г. Москве). Московская государственная вневедомственная экспертиза. Введена в действие № 830-РЗП от 11.05.93. М.: 1994.
58. Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. Госкомитет СССР по охране природы. Отдел контроля атмосферы. ВНИИ охраны природы и заповедного дела. Л.: 1991.
59. ГОСТ 12.1.005-88. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
60. СанПиН 2.1.6.575-96. Гигиенические требования к охране атмосферного воздуха населенных мест.
61. Методические указания по организации контроля за выбросами в атмосферу на предприятиях РД 11-17.9903-88. Новосибирск.: 1988.
62. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. Госплан. Госстрой. АН СССР. М.: Экономика, 1983.
63. Строительная климатология / НИИ строительной физики. М.: Стройиздат, 1990. (Справочное пособие к СНиП).
64. СП 23-101-2000. «Проектирование тепловой защиты зданий»/Госстрой России. М.: ГУП ЦПП, 2001.
65. ВНП 001-95/Банк России. Здания учреждений Центрального банка Российской Федерации.
66. Инструкция по проектированию зданий и помещений для электронно-вычислительных машин СН 512-78. М.: Стройиздат, 1979.
67. СанПиН 2.2.2.542-96. Гигиенические требования.
68. ГУП ЦЦП. 1999 г.
69. Нормы технологического проектирования и технико-экономических показателей предприятий бытового обслуживания населения. Минбыт РСФСР. М.: 1985.

70. СанП 2.4-05/190. Временные санитарные правила устройства, оборудования и содержания парикмахерских Москвы. ГСЭН, 1994.
71. СанПиН 2.3.4.545-96. «Производство хлеба, хлебобулочных и кондитерских изделий». Госкомсанэпиднадзор, 1996.
72. Проектирование детских дошкольных учреждений. Справочное пособие к СНиП. М.: ЦНИИЭП учебных зданий, 1992.
73. Рекомендации по проектированию специальных школ-интернатов для детей с нарушениями физического и умственного развития. М.: ЦНИИЭП учебных зданий, 1989.
74. ГОСТ 30494-96. Межгосударственный стандарт. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. Госстрой России.
75. Рекомендации по проектированию энергоэкономичных технических решений систем отопления, вентиляции и водоснабжения встроенно-пристроенных в жилые здания помещений общественного назначения. Москомархитектура, 1998.
76. Рекомендации по улучшению воздухообмена в жилых зданиях повышенной этажности. ЦНИИЭП инженерного оборудования, 1978.
77. НИ-2054-00. «Вентиляция жилых зданий». МНИИТЭП, 1979.
78. АЗ-804. Руководство по расчету воздухопроводов из унифицированных деталей. Сантехпроект, 1979.
79. МДС 41-1.99. Рекомендации по противодымной защите при пожаре (к СНиП 2.04.05-97\*), 2000.
80. Батчер Е., Парнэлл А. Опасность дыма и дымозащита. Перевод на русский язык. М.: Стройиздат, 1983.
81. НПБ 250-97. Лифты для транспортирования пожарных подразделений в зданиях и сооружениях. Общие технические требования. ГУ ГПС МВД России, 1998.
82. НМ-59-84. Рекомендации по выбору схем автоматизации систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Моспроект-1, 1985.
83. Пособие по проектированию предприятий общественного питания (к СНиП 2.08.02-89\*). Выпуск 20, 1989.
84. Таблица местных отсосов от технологического оборудования предприятий торговли и общественного питания». Гипроторг, 1990.
85. Рекомендации по расчету систем вентиляции и кондиционирования воздуха в горячих цехах предприятий общественного питания. ЦНИИЭП инженерного оборудования, 1975.
86. Указание № 20 от 13 сентября 2000 г. «О вентиляции машинных отделений лифтов». ОАО «Моспроект».
87. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Минздрав России. М.: 1997.
88. Руководство по расчету и проектированию шумоглушения вентиляционных установок. НИИСФ ГПИ Сантехпроект, 1982.
89. Расчет пластинчатых шумоглушителей вентиляционных установок. Справочная линейка. Центр НОТ Госстроя ЛитССР, 1982.
90. 5.904-17. Глушители шума вентиляционных установок. Вып. О. Технические рекомендации по применению. СантехНИИпроект, НИИСФ, ГипронииАвиапром, 1982.
91. ВСН 333-93. Инструкция по проектированию. Проводные средства связи и почтовая связь. Производственные здания. Минсвязи России: Гипросвязь, 1993.
92. Вентиляторы. Каталог-справочник. ЦНИИТЭ-строймаш, 1980.
93. Журналы:  
Вентиляция. Отопление. Кондиционирование. АВОК, 1999-2002 гг.  
Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, № 2, 2001 г.  
БСТ, 1999-2001 гг.
94. ГОСТ 21.205-93. Условные обозначения элементов санитарно-технических систем.
95. ГОСТ 21.404-85. Автоматизация технологических процессов.
96. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 2. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 3. М.: Стройиздат, 1992.

# Оглавление

|                                                                                                                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| От авторов идеи .....                                                                                                                                                                                                                  | 5  |
| Отзывы специалистов .....                                                                                                                                                                                                              | 6  |
| Предисловие .....                                                                                                                                                                                                                      | 9  |
| <br><b>Раздел I. Многоэтажные жилые здания со встроенными и встроенно-пристроенными нежилыми помещениями общественного назначения и стоянками автомобилей</b>                                                                          |    |
| <b>Глава 1. Современное жилое здание и его проектирование</b>                                                                                                                                                                          |    |
| Жилое здание сегодня. Новый подход к проектированию .....                                                                                                                                                                              | 13 |
| Перечень возможных видов встроенных и встроенно-пристроенных помещений общественного назначения .....                                                                                                                                  | 14 |
| О размещении подземных автостоянок в жилых зданиях .....                                                                                                                                                                               | 15 |
| О размещении хозяйственных кладовых в жилых зданиях .....                                                                                                                                                                              | —  |
| Основные требования к проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования встроенно-пристроенных помещений .....                                                                                                           | —  |
| Необходимость комплексного подхода к проектированию .....                                                                                                                                                                              | —  |
| <br><b>Глава 2. Нормативные документы по проектированию жилых зданий со встроенными и встроенно-пристроенными нежилыми помещениями общественного назначения и стоянками автомобилей. Извлечения из основных нормативных документов</b> |    |
| Обязательные нормативные документы Госстроя России и Правительства Москвы .....                                                                                                                                                        | 19 |
| Нормативные документы ГПС МЧС России .....                                                                                                                                                                                             | 21 |
| Рекомендательные документы (пособия, рекомендации к СНиП, МГСН) .....                                                                                                                                                                  | —  |
| Извлечения из основных нормативных документов:                                                                                                                                                                                         |    |
| Извлечения из СНиП 2.08.01-89* «Жилые здания» .....                                                                                                                                                                                    | —  |
| Извлечения из МГСН 3.01-01 «Жилые здания» .....                                                                                                                                                                                        | 22 |
| <br><b>Глава 3. Расчетные нагрузки на систему отопления</b>                                                                                                                                                                            |    |
| Климатические условия .....                                                                                                                                                                                                            | 28 |
| Расчетные параметры наружного воздуха .....                                                                                                                                                                                            | —  |
| Расчетные параметры внутреннего воздуха .....                                                                                                                                                                                          | —  |
| Тепловой баланс жилых помещений .....                                                                                                                                                                                                  | —  |
| Определение потерь теплоты через ограждающие конструкции помещений ..                                                                                                                                                                  | 29 |
| Расчет потерь теплоты зданиями по укрупненным показателям .....                                                                                                                                                                        | 32 |
| Таблицы приведенных коэффициентов теплопередачи дополнительных теплопотерь (для г. Москвы) .....                                                                                                                                       | 33 |



**Глава 4. Отопление. Теплоснабжение**

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Общая часть .....                                                                        | 36 |
| Основные виды систем водяного отопления и выбор системы<br>для конкретного задания ..... | —  |
| Отопительные приборы и их регулирование .....                                            | 39 |
| Отопление жилой части здания .....                                                       | 40 |
| Отопление встроенно-пристроенных помещений .....                                         | 42 |
| Пример расчета системы водяного отопления конторских помещений .....                     | 43 |
| Расширительные баки .....                                                                | 45 |
| Изоляция теплопроводов .....                                                             | 47 |
| Возможность применения в жилых домах нетрадиционных для них<br>систем отопления .....    | —  |
| Теплоснабжение .....                                                                     | —  |

**Глава 5. Вентиляция**

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Вентиляция с естественным побуждением .....                                    | 51 |
| Вентиляция с механическим побуждением .....                                    | 52 |
| Механическая вытяжная вентиляция последних двух этажей .....                   | —  |
| Центральная механическая вытяжная вентиляция .....                             | 54 |
| Приточно-вытяжная вентиляция .....                                             | —  |
| Механическая приточная вентиляция, совмещенная<br>с воздушным отоплением ..... | —  |
| Вентиляция машинных отделений лифтов (МОЛ) .....                               | 58 |

**Глава 6. Расчет воздухообменов во встроенно-пристроенных помещениях**

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Общая часть .....                                                        | 59 |
| Расчет поступлений тепла в помещения . . . . .                           | —  |
| Теплопоступления от людей .....                                          | —  |
| Поступления теплоты с инфильтрующимся воздухом .....                     | 60 |
| Теплопоступления от источников искусственного освещения .....            | 61 |
| Теплопоступления через заполнение световых проемов .....                 | —  |
| Теплопоступления от электрического оборудования .....                    | 67 |
| Теплопоступления от остывающей пищи .....                                | —  |
| Влаговыделения в помещении . . . . .                                     | 68 |
| Поступление влаги от людей .....                                         | —  |
| Выделение влаги от остывающей пищи .....                                 | —  |
| Расчет воздухообменов помещения . . . . .                                | —  |
| Тепловлажностное отношение .....                                         | —  |
| <i>I-d</i> диаграмма влажного воздуха .....                              | —  |
| Определение расходов приточного и вытяжного воздуха .....                | 70 |
| Необходимый воздухообмен по избыткам явного тепла .....                  | 71 |
| Необходимый воздухообмен по избыткам полного тепла и влаги .....         | 72 |
| Необходимый воздухообмен при борьбе с вредными газами и парами . . . . . | —  |
| Кратность воздухообмена .....                                            | 73 |

|                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Пример расчета воздухообмена горячего цеха и торгового зала ресторана<br>в теплый период года ..... | 73  |
| <b>Глава 7. Воздушно-тепловые завесы</b>                                                            |     |
| Общая часть .....                                                                                   | 78  |
| Классификация воздушных завес .....                                                                 | —   |
| Особенности проектирования воздушных завес .....                                                    | 79  |
| Расчет воздушных завес .....                                                                        | 80  |
| Завесы шиберующего (отсечного) типа .....                                                           | —   |
| Завесы смесительного типа .....                                                                     | 83  |
| Электрические завесы .....                                                                          | 85  |
| <b>Глава 8. Воздуховоды, вентиляционные каналы. Аэродинамический расчет</b>                         |     |
| Общая часть .....                                                                                   | 87  |
| Классификация вентиляционных каналов и воздуховодов: .....                                          | —   |
| Классификация по плотности .....                                                                    | —   |
| Классификация по скорости потока воздуха и рабочему давлению ....                                   | —   |
| Встроенные и приставные вентиляционные каналы .....                                                 | —   |
| Металлические воздуховоды .....                                                                     | —   |
| Металлопластиковые воздуховоды .....                                                                | 91  |
| Гибкие воздуховоды .....                                                                            | —   |
| Неметаллические воздуховоды .....                                                                   | 92  |
| Огнестойкие воздуховоды .....                                                                       | —   |
| Аэродинамический расчет вентиляционных систем .....                                                 | 93  |
| Расчет воздуховодов приточных и вытяжных систем механической<br>и естественной вентиляции .....     | —   |
| Исходные данные для расчета .....                                                                   | 99  |
| Аэродинамический расчет систем вентиляции<br>с механическим побуждением движения воздуха .....      | —   |
| Аэродинамический расчет систем вентиляции .....                                                     | 100 |
| с естественным побуждением движения воздуха .....                                                   | —   |
| Пример расчета воздуховодов естественной вентиляции .....                                           | 101 |
| Пример расчета воздуховодов приточной механической вентиляции ..                                    | 102 |
| Программное обеспечение компьютерного расчета систем вентиляции ..                                  | 103 |
| <b>Глава 9. Воздухораспределение в помещениях</b>                                                   |     |
| Общая часть .....                                                                                   | 104 |
| Схемы воздухораспределения в помещениях различного назначения .....                                 | —   |
| Воздухораспределение струями .....                                                                  | —   |
| Зависимости, характеризующие струи .....                                                            | 106 |
| Конструктивные решения воздухораспределителей .....                                                 | 107 |
| Вентиляционные решетки .....                                                                        | —   |
| Плафоны (анемостаты) .....                                                                          | 109 |
| Насадки с форсунками .....                                                                          | —   |
| Общие рекомендации применения воздухораспределителей .....                                          | 112 |

|                                                                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Пример расчета воздухораспределения через решетки типа РВ .....                                                                                       | 112 |
| <b>Глава 10. Защита от шума</b>                                                                                                                       |     |
| Общая часть .....                                                                                                                                     | 114 |
| Допустимые уровни звукового давления .....                                                                                                            | 115 |
| Допускаемая скорость воздуха в глушителях — из СНиП 11-12-77, 1998 г. ...                                                                             | 116 |
| Снижение уровней звуковой мощности, дБ, трубчатыми (круглого и прямоугольного сечения) и пластинчатыми глушителями в различных октавных полосах ..... | 117 |
| Сопротивление трения и местные сопротивления (при различных расходах воздуха и скоростях движения) трубчатых и пластинчатых глушителей .....          | 120 |
| <b>Глава 11. Противодымная защита при пожаре</b>                                                                                                      |     |
| Общая часть .....                                                                                                                                     | 126 |
| Примеры расчета систем дымозащиты .....                                                                                                               | 127 |
| Расчет системы дымоудаления .....                                                                                                                     | —   |
| Расчет системы приточной противодымной вентиляции .....                                                                                               | 130 |
| Расчет системы дымоудаления из коридора подземной стоянки легковых автомобилей .....                                                                  | 133 |
| Дымоудаление из подземной стоянки легковых автомобилей .....                                                                                          | 135 |
| <b>Глава 12. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха</b>                                                                          |     |
| Общая часть .....                                                                                                                                     | 136 |
| Описание режимов работы элементов систем .....                                                                                                        | —   |
| Регулирование теплопроизводительности воздухонагревателей и холодопроизводительности воздухоохладителей .....                                         | —   |
| Защита воздухонагревателей от замораживания .....                                                                                                     | —   |
| Перечень основных схем систем автоматизации .....                                                                                                     | 137 |
| Перечень модификаций схем систем автоматизации .....                                                                                                  | 138 |
| Схемы автоматизации систем вентиляции и кондиционирования воздуха ....                                                                                | 143 |
| Схема 1, базовая и с модификациями. Приточная вентиляционная камера прямооточная .....                                                                | —   |
| Схема 2, базовая и с модификациями. Приточная вентиляционная камера с рециркуляцией .....                                                             | 145 |
| Схема 3, базовая и с модификациями. Система кондиционирования с адиабатным увлажнением .....                                                          | 147 |
| Схема 4, базовая и с модификациями. Система кондиционирования воздуха прямооточная с поверхностными воздухоохладителями .....                         | 149 |
| Схема 5, применяется с модификацией б. Воздушно-тепловая завеса для входов во встроенно-пристроенные нежилые помещения общественного назначения ..... | 152 |
| Схема 6, применяется с модификациями б, к. Воздушно-тепловая завеса для ворот дебаркадеров магазинов .....                                            | 153 |

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Схема 7. Приточная вентиляционная камера прямооточная<br>с парогенератором ..... | 154 |
| Узел трубопроводной обвязки воздухонагревателей первого подогрева .....          | 156 |

## **Раздел II. Основные требования к проектированию систем отопления и вентиляции во встроенных и встроенно-пристроенных помещениях различного назначения и стоянках легковых автомобилей**

### **Общая часть**

|                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Помещения общественные, административные, бытовые .....                                      | 159 |
| Глава 13. Предприятия розничной торговли .....                                               | 161 |
| Глава 14. Предприятия общественного питания .....                                            | 164 |
| Глава 15. Предприятия бытового обслуживания населения .....                                  | 168 |
| Глава 16. Детские и дошкольные учреждения .....                                              | 171 |
| Глава 17. Помещения видеодисплейных терминалов и персональных<br>вычислительных машин .....  | 174 |
| Глава 18. Учреждения здравоохранения .....                                                   | 177 |
| Глава 19. Физкультурно-оздоровительные учреждения .....                                      | 185 |
| Глава 20. Кредитно-финансовые учреждения .....                                               | 189 |
| Глава 21. Административные учреждения .....                                                  | 193 |
| Глава 22. Отделения проводных средств связи и почтовой связи .....                           | 196 |
| Глава 23. Подземные стоянки автомобилей .....                                                | 200 |
| Расчет поступления в помещения гаража-автостоянки<br>вредных веществ от автотранспорта ..... | —   |
| Общие положения .....                                                                        | —   |
| Воздухораспределение и удаление воздуха .....                                                | —   |
| Исходные данные для расчета приточно-вытяжных систем вентиляции. .                           | 201 |
| Расчет выделения вредных веществ от автотранспорта .....                                     | —   |
| Пример расчета .....                                                                         | 202 |

## **Раздел III. Дополнительные разделы проекта**

### **Глава 24. Энергоэффективность**

|                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Цель разработки раздела .....                                                             | 205 |
| Потребительский и предписывающий подходы<br>к выбору теплозащиты здания .....             | —   |
| Расчет приведенного сопротивления теплопередаче<br>непрозрачных наружных ограждений ..... | 206 |
| Теплотехнические параметры здания .....                                                   | 207 |
| Определение удельного расхода тепловой энергии<br>системами отопления и вентиляции .....  | 209 |
| Пример тома «Энергоэффективность» .....                                                   | 211 |
| Общая часть .....                                                                         | —   |



|                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Раздел «Теплозащита здания» .....                                                            | 211 |
| Раздел «Энергетические показатели» .....                                                     | 216 |
| Раздел «Годовое потребление тепла системой отопления<br>и сравнение его с нормативным» ..... | 218 |
| Раздел «Энергетический паспорт здания» .....                                                 | 220 |
| Раздел «Заключение» .....                                                                    | 224 |

## **Глава 25. Охрана окружающей среды**

|                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Прогнозирование загрязнения атмосферного воздуха<br>в составе раздела проекта «Охрана окружающей среды» ..... | 226 |
| Общая часть .....                                                                                             | —   |
| Расчет загрязнения атмосферного воздуха вентиляционными выбросами .....                                       | —   |
| Программное обеспечение для расчета концентраций .....                                                        | 229 |
| Мероприятия по снижению загрязнения атмосферы<br>от вентиляционных источников .....                           | 230 |
| Пример расчета .....                                                                                          | 231 |

## **Раздел IV. Малоэтажные индивидуальные жилые дома (коттеджи)**

### **Глава 26. Малоэтажные индивидуальные жилые дома (коттеджи)**

|                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Малоэтажные жилые дома сегодня .....                                                                                   | 235 |
| Общая часть .....                                                                                                      | —   |
| Извлечения из нормативных документов .....                                                                             | —   |
| Отопление коттеджей .....                                                                                              | 240 |
| Проектирование систем отопления .....                                                                                  | —   |
| Отопительные приборы и их регулирование .....                                                                          | 241 |
| Теплогенераторы и их размещение .....                                                                                  | 242 |
| Основные виды систем отопления, применяемых в малоэтажном<br>строительстве. Выбор системы для конкретного здания ..... | 243 |
| Воздушное отопление .....                                                                                              | —   |
| Возможность применения в малоэтажных индивидуальных жилых<br>домах нетрадиционных систем отопления .....               | 244 |
| Вентиляция коттеджей .....                                                                                             | —   |
| Проектирование систем вентиляции .....                                                                                 | —   |
| Естественная вентиляция .....                                                                                          | —   |
| Механическая вентиляция .....                                                                                          | 245 |
| Кондиционирование воздуха .....                                                                                        | —   |
| Проектирование систем кондиционирования .....                                                                          | —   |
| Сплит-системы .....                                                                                                    | 246 |
| Системы с использованием чиллеров-фан-койлов .....                                                                     | —   |

Кондиционирование воздуха с помощью миницентральной установки . . 247

Проектирование и строительство систем отопления, вентиляции  
и кондиционирования в соответствии с СП 31-106-2002 . . . . . —

## **Раздел V. Оборудование для систем вентиляции и кондиционирования воздуха**

### **Глава 27. Вентиляторы**

|                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Общая часть . . . . .                                                                            | 251 |
| Классификация вентиляторов и область их применения . . . . .                                     | —   |
| Радиальный вентилятор . . . . .                                                                  | —   |
| Осевой вентилятор . . . . .                                                                      | —   |
| Крышные вентиляторы . . . . .                                                                    | —   |
| Канальные вентиляторы . . . . .                                                                  | 252 |
| Обозначения вентиляторов . . . . .                                                               | —   |
| Аэродинамические характеристики и параметры вентиляторов. Работа<br>вентилятора в сети . . . . . | 254 |
| Шум и вибрация вентиляторов . . . . .                                                            | —   |
| Вентиляторные агрегаты . . . . .                                                                 | 255 |

### **Глава 28. Кондиционеры**

|                                                         |     |
|---------------------------------------------------------|-----|
| Общая часть. . . . .                                    | 256 |
| Кондиционер центральный (приточная установка) . . . . . | —   |
| Малогобаритные центральные кондиционеры . . . . .       | 257 |
| Автономные кондиционеры . . . . .                       | —   |
| Системы «чиллер-фан-койл» . . . . .                     | —   |

### **Глава 29. Сетевое оборудование для вентиляционных систем**

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| Общая часть . . . . .                                           | 258 |
| Заслонки воздушные унифицированные . . . . .                    | —   |
| Клапаны лепестковые . . . . .                                   | —   |
| Клапаны воздушные регулирующие типа КВР . . . . .               | 259 |
| Клапаны воздушные утепленные типа КВУ . . . . .                 | —   |
| Дроссель-клапаны . . . . .                                      | —   |
| Клапаны обратные общего назначения . . . . .                    | 260 |
| Клапаны обратные взрывозащищенные и искробезопасные . . . . .   | —   |
| Клапаны перекидные взрывозащищенные и искробезопасные . . . . . | —   |
| Зонты . . . . .                                                 | 261 |
| Дефлекторы. . . . .                                             | —   |
| Клапаны огнезадерживающие . . . . .                             | —   |
| Клапаны дымоудаления . . . . .                                  | 263 |

|                                              |     |
|----------------------------------------------|-----|
| Перечень использованной литературы . . . . . | 265 |
|----------------------------------------------|-----|

**Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха**  
**Жилые здания со встроенно-пристроенными помещениями общественного назначения и**  
**стоянками автомобилей. Коттеджи**  
Справочное пособие

Под редакцией Стомахиной Г.И.

Авторы идеи: *Порецкий В.В., Березович И.С., Стомахина Г.И.*

Авторы: *Стомахина Г.И., Бобровицкий И.И., Малявина Е.Г., Плотникова Л.В.*

Рецензент: *Ионин В.А.*

Художественное оформление и верстка: *Травникова А.Г.*

Редактор: *Коршунова Н.Л.*

Технический редактор: *Калинина В.Г.*

Корректор: *Коршунова Н.Л.*

Производство: *Подберезин Л.Э.*

ЛР № 066723 от 6.07.99 г.

ISBN 5-9218-0008-2

Сдано в набор. 11.03.02. Подписано в печать 26.02.03. Формат 84 x 108/16.  
32,34 усл.-печ. л. Гарнитура Фрэнклин Готик. Печать офсетная. Бумага офсетная,  
вкл. — бумага мелованная. Тираж 5000 экз. Заказ № 853.

Издательство «Пантори»,  
103006, Москва, Старопименовский пер., 16, 29А. Тел./факс: (095) 299-6473

Отпечатано на ФГУП Тверской ордена Трудового Красного Знамени полиграфкомбинат  
детской литературы им. 50-летия СССР Министерства Российской Федерации  
по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.  
170040, г. Тверь, проспект 50-летия Октября, 46.

